LE MONDE MICROSCOPIQUE

DES EAUX

J. ROTHSCHILD ÉDITEUR

22102075954

Med
K2889

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28101625

LE MONDE

MICROSCOPIQUE

DES EAUX

Confervées Diatomacées, Desmidiacées au fond d'un Fossé.

LE MONDE MICROSCOPIQUE DES EAUX

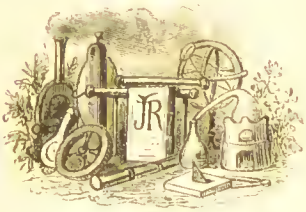
PAR

JULES GIRARD

Ouvrage orné de 68 Vignettes

Naturam maxime admiraberis, si omnia ejus opera perlustraberis. GALEN.

« Vous admirerez les sublimités de la nature, si vous la parcourez dans toutes ses œuvres. »



PARIS
J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE
13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 13
1872

79.25

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No QH

INTRODUCTION.

On connaît dans l'eau une infinie variété d'êtres de toutes formes et de toutes grandeurs; le domaine des eaux renferme un monde à part, comme l'air renferme le sien. Si ses habitants perceptibles, que nous voyons avec nos facultés visuelles naturelles, sont multipliés à l'infini, le microscope, ce merveilleux instrument, nous montre que la nature est également inépuisable dans ses infimes créations. Il existe une innombrable population d'êtres organisés, et de végétaux étranges, qui captivent l'imagination, inspirent à l'âme des sentiments élevés, et invitent l'intelligence à l'admiration de la nature.

Il y a une étonnante disproportion entre l'immensité de l'eau qui s'étend sur les deux

tiers de la surface du globe, et le monde que renferme une goutte d'eau. Et cependant, dans les infiniment grands, comme dans les infiniment petits, les merveilles mystérieuses de la vie s'y multiplient également sous toutes les formes. Avec le secours du microscope, le chercheur découvre dans l'eau les secrets insondables et des problèmes insolubles; problèmes, dans l'organisation des animalcules, problèmes, dans la structure et la propagation des végétaux impalpables.

Plus on étudie, plus on reconnaît, que l'esprit humain est borné dans un cercle étroit, plus on est poussé par le désir de découvrir les causes qui régissent les faits qu'on a sous les yeux, plus on veut lever le voile qui recouvre les arcanes de la science, plus on s'égare dans les considérations hypothétiques, dont le résultat semble fuir devant celui qui s'acharne à le trouver. On se lance ainsi dans l'infini du raisonnement, comme dans l'infini du vague de la pensée, et l'on se livre aux conjectures les plus insensées. Enfin, après

avoir longtemps étudié, commenté, analysé les multitudes de théories que font naître les observations microscopiques, on termine en disant modestement comme Pascal : « Ce que je sais, c'est que je ne sais rien. » Ce que nous savons est peu de chose, et ce que nous ignorons est immense.

En remarquant entassés dans le cabinet d'Alembert les trente-cinq volumes in-folio de l'*Encyclopédie*, quelqu'un se contristait de ce que l'état des connaissances de l'homme tenait une si grande place. Le philosophe lui répondit que si l'on avait rédigé une Encyclopédie négative, elle ne pourrait être contenue dans des centaines de volumes in-folio.

Néanmoins, ne rien savoir, dans l'acception totale de cette pensée, ne doit pas exister, à une époque où les notions élémentaires de l'instruction scientifique ont pénétré dans la société. Il est du plus haut intérêt d'étudier, au livre toujours ouvert de la nature, un monde si différent de celui que notre faculté visuelle nous permet de percevoir. Le microscope est,

de tous les instruments d'optique, celui qui procure, non-seulement au savant, mais même au simple ami des sciences, les plus grandes jouissances intellectuelles. Il y a bien un peu de soin et de persévérance à avoir dès le début; mais les résultats obtenus, après un peu de peine, sont suffisamment rémunérateurs du labeur des premiers moments.

Depuis que Salomon demandait : qui pourrait pénétrer les mystères de l'Océan? les progrès de la science ont fait de grands pas. A force d'études successives et compulsées, et comparées par plusieurs générations, et d'expériences répétées, chaque époque a graduellement apporté son contingent aux connaissances de la vie aquatique. Beaucoup a été fait, et il reste encore plus à faire, car plus on fait de découvertes, plus on désire les étendre.

Notre but est d'indiquer à ceux qui s'aventurent dans un voyage à travers les infiniment petits ayant rapport avec la vie disséminée dans les eaux, la voie à suivre pour les

contempler, ainsi que pour éviter de laisser inaperçues les sublimités à côté desquelles on passerait, sans avoir su s'arrêter un instant pour les contempler. Cette récréation microscopique, où nous écarterons autant que possible l'aridité des descriptions techniques, n'est présentée que comme un esquisse à grands traits des phénomènes intéressants du monde aquatique.

Nous parcourrons les trois règnes de la nature successivement, choisissant les points les plus saillants. Cette description est accompagnée de figures qui faciliteront l'intelligence du texte, plus éloquemment que la description la mieux faite.

PREMIÈRE PARTIE.

LA VIE ANIMALE DANS L'EAU.

LE MONDE MICROSCOPIQUE

DES EAUX

CHAPITRE PREMIER.

COMMENT ON OBSERVE CE QUI EST DANS L'EAU.

Le Microscope et ses révélations. — Le microscope est un des instruments en usage dans les sciences naturelles, qui ont le plus contribué à éclaircir bien des points inconnus, et qui ont fait jaillir une quantité de faits importants dans la structure des corps organisés. Dans l'industrie, il peut servir à constater la pureté des produits et la nature des denrées livrées au commerce; dans la science, il élève l'intelligence devant le spectacle de la création.

L'invention du microscope ne remonte qu'au commencement du dix-septième siècle; elle paraît être en retard, car, depuis l'antiquité, on savait que les objets vus au travers d'une goutte d'eau, faisant office de lentille, étaient remarquablement grossis. Senèque constatait que l'écriture paraissait plus grosse sous une boule de verre pleine d'eau. Au treizième siècle on avait une habitude de la taille des lentilles déjà assez perfectionnée, pour fabriquer des bésicles destinées à faciliter la vision aux vieillards.

Celui qui réellement fut l'inventeur du microscope est inconnu; comme la plupart des inventions, elle eut plusieurs auteurs obscurs qui auraient droit à réclamer la priorité de la découverte. Ceci provient des nombreuses transitions par lesquelles elle a passé. A la fin du dix-septième siècle, Bonnannius publia le premier ouvrage sur la matière, et il est à remarquer que les instruments qui y sont représentés ont une grande ressemblance dans le principe avec ceux en usage aujourd'hui. En

1718, Joblot fit construire plusieurs sortes d'instruments, dont l'ornementation surchargée contrastait avec la forme sévère qui doit caractériser un instrument scientifique; aussi

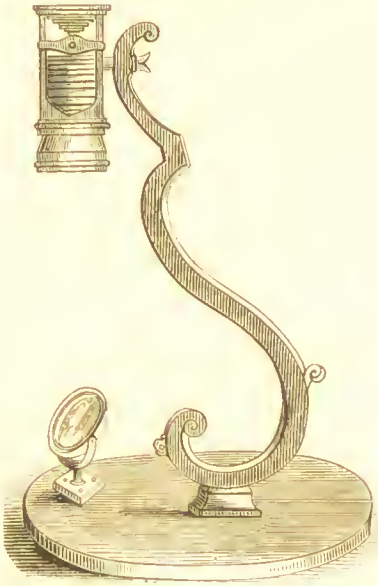


Fig. 1. — Microscope de Wilson (1740).

sont-ils plus curieux comme histoire de l'art que comme construction technique. Plus tard, en 1740, Wilson modifia beaucoup ces formes en apparence extérieures, sans réellement

en changer le principe constituant. Leeuwenhœk fut ensuite un des premiers observateurs des infusoires; il les étudia confusément, mais avec sagacité. En 1750, Needham apporta divers perfectionnements notables. En 1772, Hooker produisit le premier traité de micrographie appliquée à l'histoire naturelle, et se servit d'un instrument dont le pouvoir amplificateur était de beaucoup supérieur à celui de ses devanciers. Le microscope n'est devenu l'un des plus parfaits appareils de l'optique moderne que depuis qu'on y a employé les lentilles achromatiques; elles sont dues à Frauenhofer. Tandis que Vincent et Charles Chevalier s'appliquaient à la taille de ces lentilles, de son côté Amici travaillait à son microscope dioptrique horizontal, qui fit, lorsqu'il parut, une véritable sensation dans l'optique. Depuis une trentaine d'années, le microscope, suivant l'ensemble de la marche progressive des sciences, est arrivé, après bien des tâtonnements d'artistes habiles, à un haut degré de perfection.

On fabrique, en Angleterre notamment, de magnifiques instruments, chefs-d'œuvre de

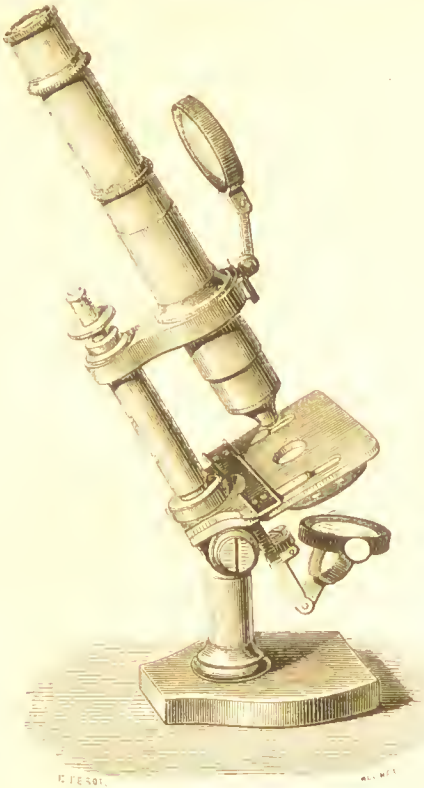


Fig. 2. — Microscope d'observation. Modele moyen de M. Nachet.

mécanique et d'optique; ce luxe n'est pas à la portée de tous ceux qui veulent s'en servir.

Un très-modeste instrument est bien suffisant pour faire de belles découvertes; il ne s'agit que de savoir bien le manœuvrer. Beaucoup de simples amateurs passionnés pour la science ont acheté un de ces modestes microscopes qui abondent dans le commerce, et après avoir examiné quelques préparations de circonstance, ne sachant où trouver un sujet intéressant d'étude, l'ont relégué dans un coin, comme un objet inutile et épuisé. Que ces observateurs peu persévérants secouent la poussière qui recouvre l'instrument dont ils n'ont pas su tirer parti; qu'ils sachent que des célébrités scientifiques se sont illustrées par des découvertes faites par des instruments très-ordinaires!

Conseils pratiques. — Il est inopportun de faire une description du microscope et de détailler son maniement; on trouvera dans des traités spéciaux les instructions nécessaires. Son usage est, d'autre part, beaucoup plus facile à pratiquer qu'à détailler; de longs com-

mentaires ne valent pas l'habitude acquise dès qu'on a un instrument entre les mains. Au bout de quelque temps de simple routine, on est à même de faire de bonnes observations.

Pour premier principe, on doit se pénétrer de cette règle générale : *obtenir toujours une image nette, et approprier le grossissement au sujet examiné.* Tous les objets ne sont pas dans les conditions requises pour supporter une forte amplification ; beaucoup même gagnent à n'être que très-peu grossis : les détails ressortent mieux. Quand on doute, on essaie d'abord avec un faible grossissement, et l'on augmente ensuite jusqu'à ce que, après quelques tâtonnements, on arrête définitivement celui qui convient à l'étude à laquelle on se livre.

L'éclairage est le second point important ; s'il est mal combiné, on ne distingue pas suffisamment ; s'il est trop intense, il blesse la vue. Il est donc nécessaire de le régler entre ces deux limites extrêmes. Il y a deux sortes d'éclairage : celui par réflexion, où la lumière

diffuse est renvoyée par le miroir, et celui par lequel on procède directement, en concentrant par-dessus l'objet, les rayons lumineux au moyen d'une lentille très-convexe. Le premier système s'applique aux substances minces et translucides; le second, utile seulement pour les faibles grossissements, s'applique aux corps opaques; mais il entraîne la conséquence directe d'avoir l'objectif distant du sujet, sans quoi le faisceau lumineux ne pourrait pas arriver dessus.

La mise au point demande une rigoureuse précision; on doit, dans cette opération, avoir la précaution de ne pas descendre la partie mobile précipitamment sur la préparation, car la pression et le contact brusque la briseraient infailliblement.

Au début des observations, la première question que l'on adresse est relative à la détermination du grossissement. De quelle utilité peut être sa résolution? La plupart du temps elle n'est qu'une vaine satisfaction. A moins de travaux comparatifs et spéciaux, cette re-

cherche est plutôt une curiosité qu'une nécessité d'étude. Il suffit de voir nettement les détails, et de savoir qu'approximativement telle ou telle combinaison d'oculaire et d'objectif donne tel grossissement.

Toute la science de la micrographie se résume dans l'art de préparer des sujets pour l'observation, de les disposer suivant les conditions les plus favorables pour bien les voir. Ce n'est que par la pratique et l'usage persévérant de petits moyens qu'on acquiert une expérience suffisante. L'art est difficile; beaucoup de personnes se sont rapidement enthousiasmées de cette science fascinatrice de l'imagination; mais leur ardeur s'est affaiblie devant la manière de faire des préparations, qui leur a paru un obstacle insurmontable.

On peut classer les préparations en deux catégories : celles qui ne sont destinées qu'à une observation temporaire, et celles qui, devant être conservées, sont l'objet d'un soin particulier. Ces dernières demandent une grande expérience, que seuls peuvent acqué-

rir les préparateurs de profession ou les micrographes spécialistes. Quelques-unes sont de véritables tours de force : M. Möller a réussi à placer sur une de ces étroites lamelles de verre, nommées *porte-objet*, toute la classification des Diatomées, selon l'algologue Grünow, comprenant 406 sujets. Plus récemment encore, il en disposa avec ordre jusqu'à 700 sur une seule lamelle de verre, mais le prix s'en élevait à 400 fr.

Pour observer les substances contenues dans l'eau, il n'est pas nécessaire d'avoir recours au talent d'habiles préparateurs, ni de savoir manier avec dextérité les pinces, les aiguilles et le scalpel. On laisse déposer l'eau au fond d'un vase, et l'on met sur le porte-objet une gouttelette du dépôt avec l'extrémité d'une plume quelconque. En commençant, on tombe inévitablement dans le défaut de la surabondance, on encombre la préparation de matières étrangères inutiles, qui tiennent la place de celles qui offrent le plus d'intérêt. Suivant les cas, on laisse la goutte d'eau à l'air libre, ou

on la recouvre d'un verre mince analogue à une feuille de mica; en recouvrant, il faut faire attention à ne pas exercer de compression qui détériorerait les végétaux ou animalcules; il suffit de le laisser tomber. Il est de toute nécessité que l'instrument soit dans une position permettant à la petite nappe d'eau d'être répartie également; si elle coulait, l'observation deviendrait impossible.

« Vingt fois sur le métier, remettez votre ouvrage, » a dit Boileau, en parlant de la poésie; on peut en dire autant de la micrographie, elle demande une patience à toute épreuve.

Récolte des Infusoires. — Dans toutes les eaux qui ne sont pas soumises à l'agitation, la vie animale et végétale se développe abondamment. Le collecteur cherchera de préférence les fossés d'eau stagnante exposés aux rayons du soleil et en plein air, ceux où l'eau conserve en toutes saisons à peu près le même niveau, les eaux saumâtres des marais salants, là où l'eau douce des fleuves se mêle à celle

de la mer, les marécages d'où s'exhalent des miasmes paludéens, et où il ne faudra s'aventurer prudemment que dans la saison froide. Toutes les eaux peu profondes en général fournissent d'abondants sujets d'étude.

La récolte peut se faire en tout temps ; néanmoins, pendant la saison chaude comme pendant certains moments de l'hiver, la vie microscopique acquiert un plus grand développement et une plus vive énergie. Lorsque la température s'abaisse au-dessous de + 4° environ, les végétaux microscopiques flottants se précipitent vers le fond des fossés, où ils restent sur la vase. Les animalcules à l'état de larves, ou selon leurs états, s'engourdissent et hivernent. On peut choisir deux manières de récolter : à sec, ou dans des flacons; la première ne convient qu'à certaines algues de consistance résistante ; on les place étalées sur de petites feuilles de papier non collé, où elles sont abandonnées à la dessiccation et ensuite réunies en herbier. La seconde consiste à introduire dans des flacons des spécimens de

plantes ou de mucosités dans lesquelles on juge qu'il y a matière à étude. On se munira en conséquence de flacons de 4 à 5 centimètres de haut, à col large, ou de tubes de verre de différentes dimensions; on ne saurait trop en emporter, pour multiplier les échantillons de natures diverses. Les observations ne peuvent se faire sur place, à l'endroit même où on les recueille; l'instrument est par lui-même encombrant. Si, d'autre part, les proportions en sont trop réduites pour être rendu plus portatif, il remplit mal son but. En outre, son installation en plein champ est impraticable, si l'on n'est pas accompagné d'un pied avec tablette; le vent ébranle l'appareil, la lumière est dans de mauvaises conditions, on est mal à son aise dans toutes les opérations. Un stanhope ou une lentille dite *trichinoscope* est très-bonne pour l'examen pendant la récolte.

Fig. 3. — Modèle de flacon pour la récolte des animalcules et végétations microscopiques. — (1/2 *grandeur*.)

On fabrique du reste de très-petits instruments assez portatifs pour qu'ils puissent être emportés dans les excursions avec toute facilité; pour l'amateur des sciences naturelles, c'est un compagnon utile et agréable. On a imaginé d'en fixer sur la pomme d'une canne plantée en terre; on obtient ainsi une certaine stabilité.

Au bout de quelque temps, le micrographe investigateur acquiert une assez grande habitude de jugement, qui lui permet de bien choisir ses échantillons. En regardant attentivement sur le bord des fossés, on remarque que les roseaux et les plantes immergées sont recouverts d'une couche de matières sales et filamenteuses; cueillez délicatement quelques fragments et introduisez-les dans un flacon. Dans cette gangue malpropre et d'aspect repoussant il existe tout un monde d'infusoires et de petites conferves. Un très-minime fragment déposé sur le porte-objet du microscope avec les pinces ou la pointe d'une aiguille, donnera lieu à une intéressante observation.

Ce qui a été ainsi recueilli ne se conserve pas longtemps dans ces vases étroits ; l'eau douce, et surtout l'eau de mer, entrent rapidement en putréfaction sous l'influence des débris organiques, qui ne tardent pas à se décomposer. Les infusoires meurent, et au bout de quelques jours les organes les plus curieux des végétaux sont perdus. De plus, quelques plantes marines, comme les Fucus, dégagent des gaz explosifs qui projettent le bouchon, et font ainsi perdre le contenu. Pour les végétaux, on pourrait remédier à cet inconvénient en les mettant dans l'eau douce additionnée d'alcool ou de glycérine et d'acide acétique ou d'acide phénique en petite quantité. Mais les infusoires demandent à être observés dans le milieu propre à leur existence ; ils meurent dès qu'ils en sont retirés ; pour les voir dans toute leur vitalité, il est nécessaire d'agir rapidement.

Quand on a l'intention de se livrer à une étude sérieuse et suivie, il est urgent d'avoir sous la main les sujets propres aux recherches que l'on entreprend, pour les voir dans les

différentes phases par lesquelles ils passent, suivre leur développement et travailler commodément. On remplit facilement cette condition, en ayant chez soi un ou plusieurs *aquaria* dans lesquels on dépose le produit des récoltes faites dans les excursions; pour cela,

Fig. 4. — Aquarium pour l'étude de la vie des eaux.

on emploiera avec avantage des verres ordinaires de table, des soucoupes, dont le peu de profondeur et la large expansion de la nappe d'eau est particulièrement convenable. On placera ces aquaria à l'abri de la poussière, à la lumière et dans un endroit où vient le soleil. Le

monde microscopique continue sa vie sous les regards mêmes de l'observateur pendant plusieurs mois; il l'a toujours ainsi à sa disposition, il accomplit ses métamorphoses dans cet espace restreint. Au bout de quelque temps, quand l'eau commence à entrer en putréfaction, les infusoires, qui dans certains cas semblent par cela même procréés, finiront par disparaître; la vie ne s'en ira pas pour cela, elle se modifiera : ces graines végétales, comme les graines animales, prendront un nouvel essor. Quand on veut travailler, on y puisera ses sujets d'étude sans déranger le récipient, afin de ne pas apporter de perturbation dans ces intéressants êtres devenus hôtes du logis. Avec la patience et un peu de réflexion, on verra que si les recherches ont été infructueuses dans les débuts, on obtiendra bientôt de bons résultats. Travailler, n'est-ce pas chercher?

CHAPITRE II.

COUP D'ŒIL SUR LES ANIMALCULES DE L'EAU.

La Pluralité des Mondes. — L'hypothèse de la vie universelle est non-seulement une des plus admissibles, mais aussi, après avoir examiné le plan de la création dans son ensemble, elle est la seule qu'il nous soit possible de concevoir. En s'élevant à un ordre d'idées supérieur, pourquoi ne pourrions-nous pas même admettre que les planètes qui ne nous sont connues que par leur seul aspect ne ressembleraient pas à la terre? Pourquoi en ferions-nous des solitudes, nous qui savons avec quelle fécondité la vie éclot et se développe dans les plus petites conceptions de la nature? Pourquoi, dans des mondes que nous ne connaissons pas, n'y aurait-il pas des êtres organisés, puisque, avec le microscope, nous en découvrons une si grande infinité dans une simple goutte d'eau?

Si, comme il est permis à l'intelligence humaine de le supposer, une même loi régit les infiniment petits comme les infiniment grands, pourquoi la vie qui déborde de fécondité sous nos yeux n'atteindrait-elle pas ceux que nous pouvons à peine soupçonner? La vie plaît à l'Auteur de la création, et il l'a répartie sur toute la surface du globe que nous habitons.

Fontenelle, dans la *Pluralité des mondes*, n'osait qu'émettre des interrogations. « Il y a, dit-il, autant d'espèces d'animaux invisibles que visibles. Nous voyons depuis l'éléphant jusqu'au Ciron, là finit notre vue; mais au Ciron commence une multitude infinie d'animaux, dont il est l'éléphant, et que nos yeux ne sauraient apercevoir sans secours. On a vu avec des lunettes de très-petites gouttes de pluie, ou de vinaigre, ou d'autres liqueurs, remplies de petits poissons ou de petits serpents qu'on n'aurait jamais soupçonnés d'y habiter, et quelques philosophes croient que le goût qu'elles font sentir sort des piqûres que ces petits animaux font à la langue. Mêlez de

certaines choses dans quelques-unes de ces liqueurs ou exposez-les au soleil ou laissez-les corrompre, voilà aussitôt de nouvelles espèces de petits animaux. »

Lorsque Fontenelle s'exprimait ainsi, le microscope était encore bien imparfait, et les théories sur les animalcules microscopiques se ressentaient du peu des observateurs qui l'avaient précédé. Les habitants de la goutte d'eau ont, depuis Leeuvenhœk, exercé beaucoup de commentaires philosophiques sur la vie animale. Le microscope qu'il possédait lui avait déjà permis de voir l'infiniment petit et vivant. Bernouilli disait à ce propos à Leibnitz : « Si les animalcules avaient une âme intelligente, de façon à ce qu'ils puissent raisonner, ils pourraient se flatter qu'eux et la goutte de liquide qu'ils habitent constituent leur univers. Car, je vous le demande, quelle raison ou quelle expérience auraient-ils qui leur persuadât le contraire? Et qui peut faire connaître à ces pauvres petits animaux qu'il existe un autre monde incomparablement plus grand que le

leur, avec des habitants qui sont incomparablement plus grands qu'eux? Or, comme ces animalcules sont hors d'état de savoir cela, quel est donc parmi nous autres, celui qui sait si tout le monde visible n'est peut-être pas un grain, par rapport à un autre monde incomparablement plus étendu? »

Il peut donc exister, dans la nature, d'autres animaux qui soient en grandeur aussi supérieurs à nous et à nos animaux ordinaires que nous et nos animaux sommes supérieurs aux animalcules microscopiques. Peut-être dans leur monde ils peuvent nous observer dans le nôtre, comme nous observons cette infinie multitude d'animalcules avec le microscope!

L'opinion de Leibnitz était en faveur de cette supposition. « Je ne crains point d'avancer, dit-il, qu'il y a dans l'univers des animaux qui sont en grandeur autant au-dessus des nôtres, que les nôtres sont au-dessus des animalcules qu'on découvre avec le microscope, car la nature ne connaît point de termes. Réciproquement il peut, et même il doit

se faire qu'il y ait dans de petits grains de poussière, dans les plus petits atomes, des mondes qui ne soient pas inférieurs au nôtre en beauté et en variété. »

Comme notre intelligence ne peut induire de ce qui se passe ici ce qui se passe sur d'autres globes, supposés par le vague de la pensée, elle ne peut s'élever, malgré sa puissance, jusqu'à comprendre quelle est leur distinction. La vie est en effet partout et sous toutes les formes : dans les animaux, dans les végétaux et même dans les minéraux. Dans chacune de ces existences, la vie d'un être quel qu'il soit a pour élément les vies innombrables de la multitude d'êtres inférieurs qui entrent dans sa composition. Certains philosophes veulent admettre que, depuis le système solaire tout entier jusqu'au grain de poussière le plus imperceptible, il y a un monde particulier habité par des myriades d'êtres proportionnés à son étendue. Suivant cette hypothèse absolue, il n'y aurait alors dans l'univers monde si petit qui ne fût composé d'une multitude de mon-

des plus petits encore; mais, d'autre part, il faudrait admettre la réciproque, qui serait alors qu'il n'y aurait monde si énorme qui ne fût pour ainsi dire qu'un atome par rapport à l'immense étendue du monde supérieur, dans la composition duquel il entre? Le raisonnement humain a ses limites; il ne peut donner une solution de tous les phénomènes qui se développent sous ses yeux.

Le Monde de la goutte d'eau stagnante. — Si l'on ne peut résoudre la question de la pluralité des mondes, et que, comme d'Alembert, on soit obligé de dire sur ce sujet : « on ne sait! » on peut au moins voir d'une manière très-sensible et avec une parfaite évidence les innombrables individus qui s'agitent dans une goutte d'eau stagnante. C'est la plus intéressante des récréations microscopiques, si on se sert pour cette expérience d'eau convenable, disposée au microscope solaire.

John Herschel décrivait ainsi ses impressions sur cette expérience si souvent renouve-

lée et toujours intéressante : « Au moyen d'un « miroir placé à cinq pieds de la lentille, j'ob- « servais tour à tour chacune des propor- « tions infiniment petites de ma goutte d'eau. « Ainsi agrandie, elle était toute peuplée d'ani- « malcules de plusieurs espèces et de toutes « grandeurs, depuis un seizième de pouce jus- « qu'à treize pouces. Souvent la foule parais- « sait si nombreuse qu'il eût été impossible, « dans cette étendue de douze pieds, de pla- « cer la pointe d'une aiguille sur un seul point « inoccupé. Quelquefois je n'apercevais plus « qu'une vaste nappe de petits animaux vivants « qui semblaient éclore tout à coup, les uns « gros comme la tête d'une épingle, les autres « comme une lentille, tandis que d'autres ani- « maux plus parfaits et de plus grande dimen- « sion se jouaient au milieu de ces nouveaux « venus. Lorsque les habitants de la goutte « d'eau devenaient plus nombreux, ils for- « maient une masse compacte et mouvante, « dont j'étais obligé d'effacer une partie, en « versant une goutte d'eau pure, pour ob-

« server plus facilement les mouvements du « reste. »

L'expérience du savant astronome peut se renouveler facilement, car les perfectionnements de l'optique moderne montrent les sujets microscopiques avec une netteté qu'on ne pouvait obtenir à cette époque. Les infusoires

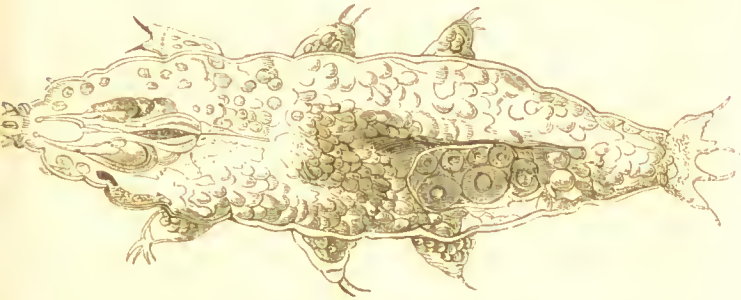


Fig. 5. — *Millesium tardigradum.*

et autres animalcules ne font certainement pas défaut, il est seulement nécessaire de bien choisir l'eau; plus elle est vieille et corrompue, plus elle est riche. La première fois que, l'œil au microscope, on voit auprès de soi un gros et hideux infusoire remplir le champ de sa masse informe et rebutante, on est invo-

lontairement saisi, à ce spectacle, d'un sentiment de crainte et de dégoût. Avoir près de l'œil un si vil animal, n'est-ce pas repoussant? Si l'on répétait cette expérience avec toute la grandeur que lui donne le microscope solaire, en présence de ceux qui ne sont pas familiarisés avec les notions scientifiques, l'expérimentateur serait traité de sorcellerie.

Pour installer facilement un microscope solaire, on n'a besoin que d'un microscope ordinaire d'observation qui soit *inclinant*. On dispose une petite cuve formée de deux lames de verre porte-objets qui sont soudées sur les bords par une mince lamelle de gutta-percha, dont l'épaisseur ne donne que de 3 à 5 millimètres de distance aux faces parallèles de cet aquarium plan; par le côté laissé ouvert, on introduit de l'eau qui contient beaucoup d'infusoires. Sur l'appui d'une fenêtre exposée au midi, on établit une planchette permettant l'installation extérieure de l'instrument; dans les volets, qui doivent, quand ils sont fermés, ne pas laisser pénétrer la lumière, on pratique

un trou du diamètre du microscope, en ménageant à côté une autre ouverture munie d'un rideau, par laquelle on ait la faculté de manœuvrer l'instrument. Intérieurement on organise sur une planche ou un châssis un écran fait avec une grande feuille de papier bien tendue. En mettant entre les pinces de la platine la cuve plane et en projetant un rayon de soleil dans ce petit aquarium amplifié par l'objectif, on reçoit dans cette chambre noire l'image de tous les animalcules qui passent dans le champ de projection. C'est une multitude grouillante, fourmillante sous la chaleur du soleil réfléchi; des anguillules serpentent, des monades exécutent des mouvements fantastiques, de gros rotifères, des vorticelles, des vibrions se croisent avec une surprenante rapidité. C'est la vie sous la plus étrange forme! C'est un monde où tout est mystère, bien plus encore que dans l'ordre ordinaire des choses qui frappent continuellement nos yeux, et qui n'ont pas l'attrait du merveilleux, parce que nous sommes habitués à les considérer

quotidiennement. Là vivent des myriades d'êtres nés dans la fange, ébauches de la vie, qui, quoique infimes, n'en accomplissent pas moins

Fig. 6. — Le monde d'une goutte d'eau.

des fonctions vitales avec autant de régularité que les plus grands animaux ; là végètent des plantes dont la perfection est aussi admirable que les plus grands arbres des forêts tropicales !

La fig. 6 représente ce chaos de la vie aquatique; ce n'est pas, ainsi qu'on s'est plu à le faire croire vulgairement, une goutte d'eau quelconque vue au microscope; celui qui, en en déposant sur le porte-objet une goutte prise sans discernement, espérerait y trouver cette multitude de sujets, se tromperait inévitablement. Nous avons seulement groupé dans cet ensemble les animalcules et les Conferves que l'on rencontre le plus fréquemment dans les eaux stagnantes. C'est en quelque sorte une mosaïque microscopique de la vie aquatique.

Débrouillons les principaux sujets qui y sont figurés confusément; ces corps aux formes indéterminées, munis de cils, sont des infusoires; au milieu de la foule, les uns ressemblent à des animaux organisés, les autres, plus élémentaires, tiennent du végétal; quelques-uns sont fixés par un pédicelle sur un corps quelconque, et sont presque dépourvus de la faculté de se mouvoir. Ces corpuscules réguliers et géométriques appartiennent à la classe des Diatomacées, qui fait partie des Al-

gues, bien que plusieurs d'entre eux, à une certaine période de leur existence, possèdent, comme les infusoires, la faculté de se mouvoir. Les stries régulières sont leur caractère principal. Plusieurs de ces longs filaments, dont la surface est pourvue de ponctuations, de stries ou de taches régulières, sont des Confervées sur lesquelles nous aurons occasion de revenir.

Plus il y a de corruption dans l'eau, plus la vie y est développée; plus l'eau sera putride dans un aquarium, meilleure elle sera. Le secret des opticiens ambulants, qui font voir au public crédule des vibrions et autres infusoires sous un prétendu grossissement exagéré, consiste simplement à faire usage d'eau assez bien choisie pour obtenir des infusoires qui sont visibles même à l'œil nu; avec une lentille très-faible, ils font croire à des merveilles.

Les Infusoires. — Les animalcules qui s'agitent dans l'eau constituent une classe spéciale, celle des infusoires, classe immense dans sa

variété, autant que dans sa fécondité. L'origine de cette dénomination est due aux circonstances dans lesquelles nous les voyons se propager. En effet, ils paraissent provenir des décompositions végétales infusantes, sans qu'on sache réellement l'origine de leur vie.

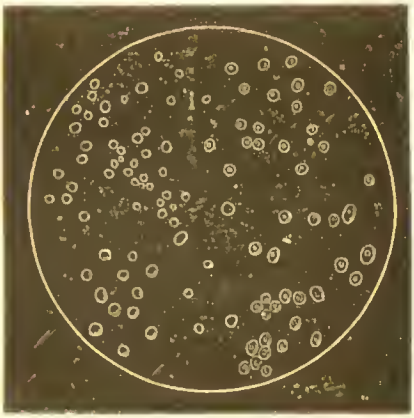


Fig. 7. — Monades.

Plusieurs essais de classification ont été tentés; les différents auteurs n'ont jamais réussi à se mettre d'accord sur les caractères qui doivent servir de base. Un des plus anciens et de ceux qui ont le plus puissamment contribué à les faire connaître, Dujardin, les répartit en 5

ordres et 18 familles. Il s'est appuyé sur la présence ou l'absence de certains caractères, les cils vibratiles notamment. Choisissons les principales familles, sans vouloir nous embarrasser dans une nomenclature aride, et qui n'a d'autre effet que d'embrouiller les commençants.

Fig. 8. — *Kolpode* avec les granules internes.

Les *Monades* sont dans toutes les infusions; leurs dimensions ne dépassent pas celle d'un point; leur corps est sphérique et transparent; elles se meuvent avec une étonnante volubilité rotatoire. Le professeur Owen a supputé qu'il en existait plus de cinq cents millions dans une goutte d'eau.

Les *Kolpodes* ont la forme d'un ovale allongé, pouvant être comparé à celui d'une

sangsue en son moindre degré de développement. Ils sont pourvus de cils vibratiles, et dans l'intérieur, à travers leur corps transparent, on distingue divers corps que l'on suppose être à la fois leurs intestins et leurs œufs procréateurs.

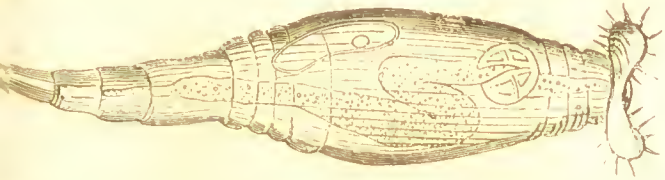


Fig. 9. — Rotifère fortement grossi laissant voir la masse intestinale intérieure.

Les *Vorticelles* sont remarquables par leur métamorphose et leur mode de développement, qui ressemble beaucoup à celui des Polypes. Elles se composent d'un corps rond, porté sur une queue contractile, de forme conique, campanulée; leur bouche est située sur le bord de leur expansion terminale en forme de vase. Autour de leur partie renflée, s'épanouit une rangée postérieure de cils ondulants.

Les *Vibrions* se confondent souvent avec les

Anguillules ; ce sont des infusoires filiformes, dépourvus d'organes locomoteurs, et dont la progression ne se fait que par reptation, comme les vers. Quand il y en a une masse nombreuse réunie, ils produisent un mouvement constant de vibration. Quelques-uns ont une forme hélicoïdale, et tournent ainsi sur eux-mêmes.

Les *Bactéries*, qui ont été quelquefois classés parmi les végétaux, ressemblent à de petits bâtonnets fasciculés et juxtaposés ; leurs mouvements sont très-rapides. Ils se trouvent en abondance, non-seulement dans l'eau et les infusions végétales, mais aussi dans certaines parties du corps humain, où ils sont cause de plusieurs maladies épidémiques.

Les *Tardigrades* ont été décrits en premier lieu par Spallanzani, qui leur a donné le nom qu'ils ont conservé jusqu'aujourd'hui, à cause de la lenteur de mouvement qu'il leur attribuait. Ces infusoires, qui vivent plutôt dans les endroits humides que dans l'eau proprement dite, ont une organisation assez compliquée

relativement aux précédents ; ils sont pourvus de pattes et d'intestins caractérisés.

Les *Rotifères* ont un aspect à la fois fusiforme et contractile, qui leur permet de se pelotonner en boule ; leurs anneaux rentrent al-

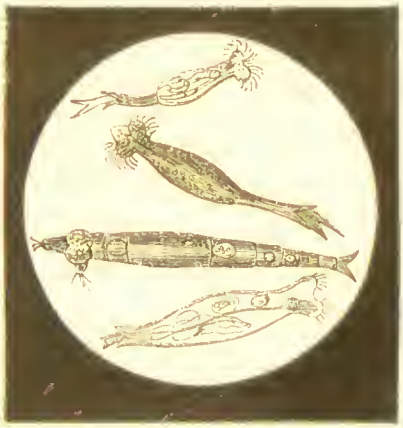


Fig. 10. — Différentes espèces de Rotifères.

ternativement les uns dans les autres, et peuvent ensuite s'allonger à volonté. Ils ont une tête garnie de cils, et dans l'intérieur du corps on distingue une organisation intestinale. Ils ont acquis une certaine célébrité micrographique, par la faculté qu'ils possèdent de pouvoir

ressusciter après avoir été desséchés artificiellement et naturellement.

Le corps des infusoires est généralement gélatineux et transparent, ce qui rend visible, sous un éclairage énergique, les viscères et l'organisation intérieure. La plupart sont pourvus de cils, répandus tantôt régulièrement, tantôt sans ordre apparent, sur toute leur sur-

Fig. 11. — Infusoire : Tardigrade.

face ; c'est le plus souvent vers l'endroit auquel on pourrait assigner le nom de tête qu'ils sont en plus grande abondance. On regarde ces appendices comme nécessaires à la préhension des substances qui servent à l'alimentation. Ces cils se meuvent, chez quelques-uns, avec un frémissement très-rapide ; chez d'autres, ils ont un mouvement ondulatoire.

Mouvements des Infusoires. — Les infusoïres s'avancent tantôt avec une lenteur remarquable : c'est le fait des plus grands; tantôt ils tournoient avec vivacité : cela a lieu pour les plus petits. Les moyens locomoteurs de ces derniers sont une sorte de distorsion de tout leur être; cette hideuse masse rentre alternativement en elle-même, ou s'allonge avec la reptation du serpent. Quelques-uns ont la faculté d'établir dans leur corps des courants de fluide granulaire qui circulent dans toutes ses parties, sans pour cela qu'il y ait apparence d'intestins dont la contrainte provoquerait ce phénomène. On dirait pour quelques-uns que les viscères, qui se meuvent conjointement avec tout le corps, ont la faculté de servir d'organes locomoteurs. L'infusoire glisse plutôt qu'il ne rampe; son corps gélatineux se prête à toutes les exigences de ses mouvements, en arrière comme en avant; on ne peut discerner le dos du ventre; sur un côté comme sur l'autre, il peut ramper, se mouvoir, et se retourner. Quand il est stationnaire, il semble

guetter sa proie, en remuant ses cils comme pour les attirer, et établissant un mouvement alternatif de son fluide granulaire.

Les petits infusoires ne paraissent pas soumis à cette torpeur des plus grands; ils exécutent en tous sens des mouvements giratoires vertigineux, traversent instantanément le champ du microscope, sans qu'il soit possible de les suivre. L'impuissance de nos instruments les plus perfectionnés ne nous révèle pas quels sont les organes, si merveilleux dans leur petitesse, qui leur permettent de ces rapides évolutions disproportionnées avec leur taille.

Chaque genre d'infusoire a un genre de reptation qui lui est propre; il n'est pas en rapport avec leur degré de perfection. Chez ceux qui, sous un grossissement de mille diamètres, ne paraissent que comme un point, il y a une grande force vitale qui se traduit par le mouvement. C'est l'*animalité moléculaire*. Chacun de ces animalcules l'accomplit suivant une ligne spéciale : certaines Navicules se meuvent en ligne droite; les Monades suivent une ligne

ondulée; d'autres tourneront toujours en décrivant un cercle complet toujours dans le même sens de direction; à côté, des Oscillaires s'inclineront alternativement à droite et à gauche. Quelquefois l'on voit ces infusoires pro-

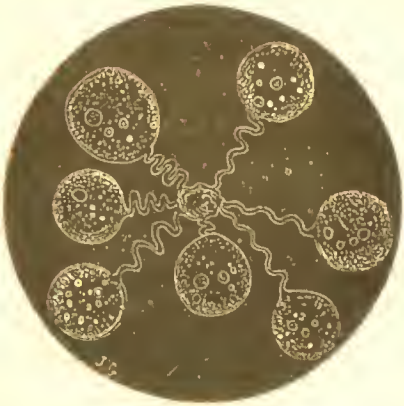


Fig. 12. — Infusoires : *Vorticelles* adhérentes à un noyau central par leur queue rétractile.

créés par les conferves, tels que les spores d'Œdogonium, se servir de leurs cils comme de pattes et progresser avec une grande rapidité; d'autres, réunis en paquets, n'ayant pas encore une vie distincte, tournoyer tous

ensemble, comme le ferait un individu séparé.

Outre les cils, qui sont doués d'une vivacité d'action très-prononcée, quelques infusoires, même les plus élémentaires, possèdent, dans le pédicelle même sur lequel ils ont végété, une propriété élastique très-prononcée. Les Vorticelles, qui sont très communes dans toutes les eaux croupissantes, offrent un curieux spectacle, si le hasard amène sous l'œil du micrographe un groupe de ces individus dans de bonnes conditions de vitalité. Autour d'un corps inerte, huit ou dix petites masses gélatineuses, pelotonnées en forme de poire (fig. 12), y sont adhérentes par une queue transparente et résistante. Au moment du calme, les Vorticelles s'éloignent doucement, insensiblement, chacune séparément; au moindre signe de crainte, si un autre infusoire vient à passer à côté, ou si un trouble quelconque se produit dans l'eau, instantanément, avec cette sorte d'appendice caudal, elles se repelotonnent en boule sur leur noyau central.

Il y a une force rétractile très-prononcée pour attirer au centre, mais qui ne peut agir que lentement dans l'expansion. Peu après, elles s'allongent de nouveau, et recommencent le même exercice. Pour jouir de toutes leurs évolutions, il est nécessaire que l'observation soit faite dans une goutte d'eau non comprimée avec une lamelle de recouvrement, et dans laquelle cette espèce soit abondante.

CHAPITRE III.

LE DÉVELOPPEMENT DES INFUSOIRES.

Les connaissances sur leur génération. — Malgré les persévérantes études auxquelles se sont livrés un grand nombre d'éminents physiologistes, malgré la comparaison et la déduction

Fig. 13. — Infusoire : Larve de la *Corethra plumicornis*.

raisonnée des faits de plus en plus accumulés avec les connaissances précédemment acquises à la science, malgré le perfectionnement des instruments modernes, la question très-complexe de leur mode de procréation est encore recouverte, en partie, du voile de l'inconnu. Des

travaux importants, comme ceux du célèbre micrographe Ehrenberg, ont rempli de gros volumes, pour constater l'inépuisable fécondité de la vie aquatique, sans que l'on puisse obtenir des faits positifs sur son origine. Cette question ardue embrouillera encore pendant longtemps les chercheurs de ce grand problème, et elle élèvera encore de nombreuses contestations entre eux. Dans l'ordre de la nature directement visible à nos yeux, il se trouve des secrets qu'il est impossible de pénétrer ; à bien plus forte raison doit-il s'en trouver de plus grands dans le monde microscopique. Puis il semblerait que plus nous nous obstinons à vouloir nous initier dans l'intimité des mystères de la nature, plus elle jette de la confusion dans le raisonnement.

C'est l'*Ananké* de l'inconnu. Et l'inconnu est la part du lion.

Les recherches entreprises sur la génération des infusoires ont néanmoins abouti à plusieurs constatations importantes. On voit, dans l'intérieur de leur corps, de petits granules ronds,

tantôt très-gros, tantôt très-petits ; quelquefois ils sont tellement multipliés qu'ils occupent toute l'étendue du corps. Ces corpuscules ont été considérés à bon droit comme des œufs qui sont appelés à jouer un rôle reproducteur.

Fig. 14. — Infusoires divers.

En regardant attentivement leur nature, on remarquera une différence notable dans leur grosseur; elle peut être considérée comme le résultat de divers degrés d'avancement embryonnaire.

Mais quels sont les organes spéciaux auxquels

ils doivent leur procréation? Jusqu'à présent on l'ignore. On connaît un mode de reproduction fréquemment observé et sur lequel on a assez de certitude, c'est l'*enkystement*. Il se produit à l'intérieur du corps, par sécrétion qui transsude à la surface, engendrant une cavité gélatineuse dans l'intérieur de laquelle se forme un *nucleus*, qui n'est autre que l'animalcule lui-même; par le durcissement de ce *kyste*, il finit par s'intégrer dans son propre cercueil. Dès que cette métamorphose commence, il perd graduellement toute son activité, et finit par tomber dans un état léthargique. Quelque temps après, le corps se rompt en petites pelotes, desquelles sortent des cellules, qui laissent échapper de petits infusoires rudimentaires qui sont destinés à devenir semblables à leur procréateur. Ce système de génération a beaucoup été étudié à cause de sa particularité.

Pour faire cette observation, on doit choisir des infusoires parvenus à divers degrés de développement. Au premier degré on remarque,

dans le sujet déjà inerte, un ou plusieurs corps ovoïdes formés dans l'intérieur par sécrétion, qui, dans leur première période, sont aussi transparents que le producteur lui-même; ensuite ils se garnissent, au pourtour principalement, de corpuscules globulaires; bientôt ils augmentent de volume; dans chacun d'eux se trouve un infusoire à l'état d'embryon, il est là comme dans un œuf, vivant déjà, avant d'avoir rompu l'enveloppe qui le contient. Enfin, venu à terme, il sort de son enveloppe, devient indépendant et s'échappe dans le liquide.

Les métamorphoses auxquelles sont sujets les infusoires sont tellement multiples, qu'elles ont induit en erreur un grand nombre d'observateurs, croyant trouver des sujets distincts dans ceux qui n'étaient réellement qu'une modification d'autres déjà connus. D'autre part, on a acquis la conviction qu'il existe des catégories d'infusoires qui ont des formes tellement indécises qu'il est impossible d'établir, dans les conditions où ils se présentent,

les caractères tranchés; aussi les a-t-on confondus sous la dénomination générale de *Protées*, terme emprunté à l'antiquité mythologique. Dans les aspects revêtus successivement, ils sont tellement élémentaires, que la cellule végéto-animale n'offre pas de différence entre le contenant et le contenu; cependant elle vit, se développe et se propage avec une grande fécondité. On trouve dans l'eau de mer des masses de protées, réunies par bancs, pour ainsi dire; ils changent de forme rapidement, sans que, dans ce changement, on puisse voir autre chose qu'une vésicule contractile avec des prolongements informes; ils semblent posséder une grande élasticité. Selon l'algologue Harting, ils seraient engendrés par des plantes aquatiques; cas, du reste, qui est très-commun dans la vie animale des eaux stagnantes.

Les infusoires à forme indéterminée ont encore été compris par Dujardin sous le nom de *Sarcode*, sujets tantôt nus, tantôt revêtus, en partie, d'une enveloppe plus ou moins résistante. C'est le dernier échelon de la vie proto-

zoïque, c'est tout ce qu'il y a de plus bas dans les animaux les plus infimes de la création. Ils ont cependant leur mode de reproduction, mode très-énergique, puisqu'ils se rencontrent en quantités considérables. Elle semble se faire par *sissiparité* ou par segmentation. L'infusoire

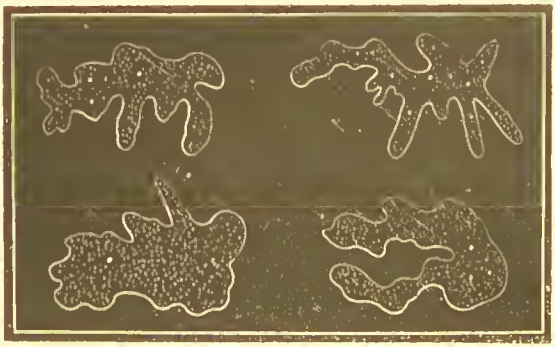


Fig. 15. — Différents exemples d'Amœba (ou Sarcode). Protoplasmes indéterminés.

se rétrécit considérablement en un point de son corps et se partage en deux moitiés, qui, peu à peu, se détachent l'une de l'autre, et finissent par se quitter définitivement.

Dans les études où l'on a besoin de distinguer les organes internes des infusoires, pour se rendre compte de leur organisation et de

eur multiplication, on réussit à mettre en relief ce qui est transparent, en imbibant d'un liquide coloré, de l'eau teintée avec du carmin par exemple, dont on dépose une goutte avec une pointe quelconque sur le bord de la lamelle mince de recouvrement; par l'effet de la capillarité de l'eau renfermée au moyen de la superposition du verre mince sur le porte-objet, le liquide coloré arrive autour de l'infusoire immergé dans l'eau. En le laissant séjourner quelques instants, il finit par en absorber une certaine dose, qui, pénétrant dans la circulation, colore les viscères dont il délimite les contours précédemment indéterminés.

Infusions végétales. — Si l'on n'a pas d'infusoires à sa disposition, on peut facilement en fabriquer. On produit dans un vase ce qui existe naturellement dans un fossé. On y met de l'eau dans laquelle on laisse infuser des débris végétaux quelconques, feuilles, fleurs, herbes, n'importe. On place l'infusion à l'air et au soleil, et au bout de quelque temps la

fermentation végétale engendrera des infusoires. Le laps de temps qui sert à leur production est variable suivant la température; plus elle est chaude, plus il sera court. Pour avoir une infusion productive et qui contienne beaucoup d'espèces, on recueillera, dans les marécages, les herbes ou les Conferves qui flottent sur l'eau; elles en contiennent un grand nombre; mises dans un aquarium, elles se propageront avantageusement pour les études.

Pour que, dans une infusion végétale, il y ait production d'animalcules, il faut qu'il y ait corruption préalable. Deux faits s'accomplissent donc dans ce phénomène : corruption d'une part, génération de l'autre. Ils sont distincts, mais intimement liés l'un à l'autre.

L'idée qu'un être vivant peut prendre naissance sans l'existence préalable d'un être procréateur, sans qu'un germe soit émané d'un autre, a été débattue de tout temps par les princes de la science, sans qu'après de longues discussions, souvent très-passionnées, on soit arrivé à une solution satisfaisante. La théorie

du jour vient détruire celle de la veille. De temps en temps la question reparaît, discutée énergiquement dans l'arène scientifique, sous de nouvelles observations; puis, sapée dans ses fondements par des théories contradictoires, elle est de nouveau replongée dans les ténèbres de l'inconnu.

Se forme-t-il dans le mystérieux laboratoire des forces de la nature, sans être vivant et générateur, de nouvelles espèces et de nouvelles créations? Oui, a répondu Buffon, et beaucoup d'autres avant et après lui. Non, ont répondu, par un concert à peu près unanime, les savants du siècle présent, en répétant l'aphorisme de Harvey: *omne vivum ex ovo,* qu'on ne peut traduire qu'ainsi : « Tout vivant vient d'un vivant. » La graine, après avoir germé et produit le sujet, retourne en graine ; on serait cependant porté à croire qu'il y a dans la nature des productions sans père ni mère, et l'émission par une force vitale universelle inconnue et indéfinissable, émanant de nouvelles espèces organiques. Les expériences le prou-

vent d'un côté et le désavouent de l'autre. Elles ne démontrent rien par la méthode expérimentale, qui laisse toujours supposer que des germes sont restés dans les matières putrescibles et ont résisté aux températures élevées auxquelles on a pu les soumettre.

Cependant, sous l'influence de l'air atmosphérique, il y a propagation de la vie organique; mais nous ne pouvons savoir, avec nos faibles moyens d'expérimentation, si elle est spontanée ou si elle a un procréateur. L'air est le véhicule d'une multitude d'atomes insaisissables qui ne demandent qu'un milieu propre à leur germination. Ils le rencontrent dans l'eau, ce principe indispensable à toute germination. De là une théorie qui peut jeter une faible lueur sur le résultat des infusions végétales.

La question, palpitante d'intérêt, de la génération spontanée ne peut être abordée qu'avec d'extrêmes précautions, sous peine de voir s'élever des récriminations de la part des expérimentateurs; avec des études faites dans un même ordre d'idées, on arrive souvent à des

solutions diamétralement opposées. Bien qu'il faille admettre une première génération des êtres, il est impossible, dans l'état de nos connaissances, de dire d'où elle procède; la vie et son origine sont un mystère. Aussi la question de la génération spontanée est-elle insoluble; elle est en physiologie ce qu'est la quadrature du cercle en mathématiques.

Il nous est difficile de nous faire une idée sensible de l'origine de la vie; il existe une force merveilleuse disséminée dans la nature, sous tant d'effets multiples, que lorsqu'on veut établir des règles qui serviraient de base à des raisonnements, on voit, par une étude approfondie, que ce qui a servi à l'avancement d'une théorie, vient plus tard la détruire et met ainsi en défaut le regard scrutateur des physiologistes.

Quand on a observé sous le microscope une granule qui s'agite convulsivement, une molécule qui a toute l'exubérance de la vitalité, on est naturellement attiré vers des considérations de haute portée physiologique et

philosophique. Il y a donc là tout un laboratoire d'existence; plongé dans l'inconnu, l'observateur de l'œuvre sublime de la nature regarde alors la vie comme procédant de la croissance, de la formation et de la propagation; il faut supposer qu'une force particulière ou un agent inexprimable oblige la matière à se revêtir d'une forme temporaire qui l'anime. La chaleur, le magnétisme, la gravitation, les phénomènes atmosphériques eux-mêmes, sont la manifestation de cette force occulte qui régit l'activité vitale : ils entrent pour une large part dans l'origine de la vie.

Les Résultats du développement des Infusoires. — Les sciences pures sont généralement le point de départ des sciences appliquées; leurs recherches abstraites ont comme conséquence directe de rendre des services signalés à la vie usuelle et à l'industrie. L'aride théorie du développement des infusoires a amené à conclure que, du moment où l'on parviendrait à soustraire au contact de l'air

les denrées alimentaires végétales et animales, à éloigner toute trace d'humidité qui soit capable de faire développer des germes, à évincer les causes de corruption, on réussirait à les conserver au delà de la limite ordinaire.

Quand les matières végétales ou animales sont laissées en repos, elles s'altèrent d'elles-mêmes; il s'y produit le phénomène de la fermentation putride ou *putréfaction*. D'après les recherches célèbres de M. Pasteur, la fermentation est due à un animal microscopique du genre *Vibrion*, et dont le germe est transporté dans l'air. Comme la putréfaction se produit le plus souvent dans les liquides exposés à son contact, c'est qu'il se développe, d'abord à la surface du liquide, et ensuite dans son intérieur, de petits *Bactériums* qui absorbent l'hydrogène dissous et celui qui se trouve en contact avec la surface du liquide. Quand tout l'oxygène a disparu, les *Vibrions* sont engendrés et causent la putréfaction. Il se produit alors à ce moment deux genres distincts d'actions chimiques : les Vibrions, d'une part, vi-

vant sans la coopération de l'air, transforment les matières azotées en produits plus simples, mais encore plus complexes; les Bactériums, d'autre part, déterminent la combustion de ces mêmes produits, et les ramènent à l'état des plus simples combinaisons binaires : l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique. Outre la cause animée qui tend à la désorganisation des corps, il y a aussi celle des réactions des solides et des liquides les uns sur les autres, réactions difficiles à expliquer par la multiplicité des manières dont elles se produisent.

Les germes putréfiants ne se développent pas dans le vide, ni à basse température, ni lorsqu'ils sont sous l'influence de certains antiseptiques. C'est suivant ces données qu'on exploite commercialement la conservation des viandes, des légumes, des fruits, soit en les enfermant dans des vases hermétiquement clos après les avoir soumis à l'ébullition, soit en les plaçant dans des glacières, soit en les imprégnant d'agents conservateurs tels que le sel, la créosote et différents liquides.

Les substances alimentaires contiennent souvent par elles-mêmes des germes d'où peuvent sortir des animalcules. La farine de froment, qui est un produit pur comme végétal, donne naissance, par fermentation, aux classiques

Fig. 16. — *Anguillules* de la colle de Pâte parvenues à des degrés différents d'avancement.

anguillules da la colle de pâte. Elle ne renferme pourtant d'autre substance qu'une matière amylacée, prenant le nom d'*amidon*, d'où l'on peut extraire un suc particulier, la glucose. En faisant dissoudre la farine dans l'eau chaude, on produit une colle qui, au bout de

quelque temps, si elle est dans une température à la fois chaude et humide, entrant en putréfaction, donne naissance à une multitude d'anguillules spéciales, qui s'agitent en masse compacte avec une étonnante vivacité. Pour les observer, on les délaie dans l'eau pure, afin de les débarrasser du mucilage qui les enveloppe. En augmentant le pouvoir amplificateur du microscope, et prenant isolément un sujet parvenu à son maximum de développement, on pourra discerner, à cause de sa grande translucidité, dans ce ver gélatineux, une agglomération d'autres petites auguillules formées dans son corps, roulées sur elles-mêmes et prêtes à éclore.

Les infusoires envahissent aussi l'organisme humain; ils forment, par le fait de la chaleur et de l'humidité, un parasitisme interne; nous en avons dans le sang, dans les intestins, dans la peau; ils nous dévorent; suivant certaines théories nosologiques, ils seraient une cause de la plupart des maladies qui nous atteignent. Ils s'y trouvent introduits par les voies respi-

ratoires ou par l'ingestion des aliments et des boissons. D'après des études très-sérieuses, les maladies épidémiques n'auraient pas d'autre cause.

Quand on se promène, dans les journées chaudes d'été, sur le bord des eaux croupissantes, on remarque des bulles d'air qui, partant du fond vaseux, montent à la surface. L'influence de la chaleur fait dégager des gaz contenus dans les détritus organiques du fond; le protocarbure d'hydrogène est un des principaux; on le recueille, pour l'analyser, avec un entonnoir renversé débouchant dans un flacon. A côté de ces émanations gazeuses bien connues, on découvre avec le microscope qu'à la surface, principalement des eaux croupissantes pendant les chaleurs d'été, il existe des atomes Monadins en telle abondance qu'ils peuvent former une sorte de pellicule; ils sont doués d'une grande énergie de vitalité, à en juger par la rapidité de leurs évolutions. Ils paraissent avoir été procréés là comme dans une infusion végétale et ils se développent à

basse température aussi bien que dans la saison chaude; dans le premier cas, l'évaporation est insensible; dans le second, elle est très-active, aussi elle emporte avec elle ces atomes existant à la surface des marais, et le vent les dissémine dans l'atmosphère. Si l'on respire l'air qui est imprégné de ces exhalaisons qu'aucune odeur ne peut trahir, elles introduisent insensiblement des germes reproducteurs dans l'économie par les voies respiratoires. En y trouvant une chaleur et une humidité favorables à la reproduction, ils peuvent s'y multiplier avec une étonnante rapidité, et produire ainsi des désordres graves dans les organes du corps humain. Le rôle nosographique joué par les animalcules microscopiques, comme par ces fungoïdes dont on ne soupçonne pas l'existence, peut mettre sur la trace de certaines maladies, et notamment des fièvres qui accueillent ceux qui les respirent; les lieux, l'eau et l'air sont trois voies par lesquelles la maladie nous atteint.

Les courants atmosphériques dans certai-

nes localités sont capables d'exercer une influence notable sur la santé publique; s'ils traversent des marécages d'où s'exhalent des miasmes nuisibles, ils transportent sur leur passage les causes morbides qui résident dans ces lieux. Ceci pourrait expliquer jusqu'à un certain point comment la *malaria* se produit dans les terres basses de l'Italie, avec certains vents particuliers seulement, tandis que d'autres ont la réputation d'être sains. Les contrées situées auprès des foyers d'émanation ne sont pas atteintes quand elles sont au vent, quand l'autre part celles qui sont plus éloignées, mais situées sous le vent, sont ravagées par les épidémies.

Les suppositions que l'on est porté à faire pour les infiniment petits appartenant au règne animal s'étendent au règne végétal; pour les genres de cryptogames imperceptibles, même petitesse et mêmes ravages. Ainsi, les plus impalpables atomes, réunis en masses énormes, font périr les animaux supérieurs qui ne se doutent même pas de leur présence.

CHAPITRE IV.

L'IMMENSITÉ DE LA VIE ÉLÉMENTAIRE.

Énergie de la Vie microscopique. — La nature est grande jusque dans les plus petites choses ; la fécondité est plus énergique dans le monde qu'on pourrait appeler *invisible*, que dans les organisations supérieures. La vie microscopique a ses êtres qui naissent, vivent et se reproduisent avec une régularité exprimant la preuve manifeste de son incompréhensible toute-puissance ! Les derniers représentants de l'animalité sont soumis aux mêmes lois que les plus grands, car dans la création il existe un enchaînement organisé et coordonné des êtres animés, comme des végétaux et même des minéraux. Il s'opère une graduation ascendante et descendante qui, par transition, les rend solidaires les uns des autres, et cela depuis l'infusoire jusqu'à l'homme.

Le degré le plus inférieur de l'animalité et
ı plus simple expression de la vie considérée
nimale se trouve dans les Protozoaires, êtres
duits à l'état de simple cellule vivante; quoi-

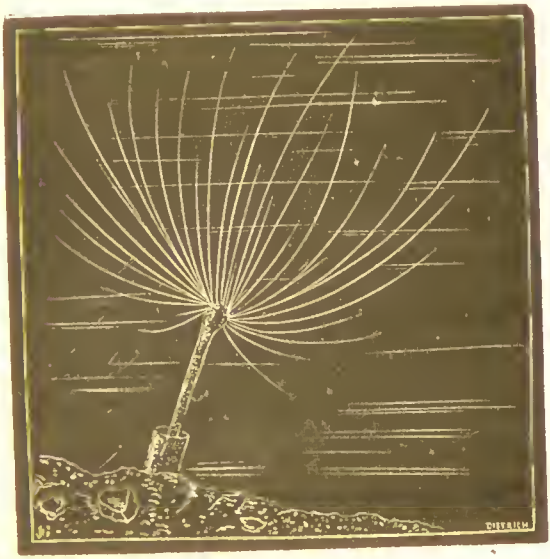


Fig. 17. — Protozoaire : *Zooteira veligata.*

que n'ayant que quelques centièmes de milli-
mètre dans leur plus grande dimension, ils
ont néanmoins une vie qui leur est propre ;
ils existent en quantités telles que l'imagina-

tion est impuissante à se le figurer : il y en a des milliers dans une simple goutte d'eau.

On trouve dans les animalcules aquatiques des exemples d'énergie vitale, que l'on ne peut mettre en doute après des expériences très-souvent répétées ; les animaux de grande taille n'offrent pas d'exemples aussi frappants. Certains infusoires, les Rotifères, sont devenus célèbres par les expériences que Spallanzani fit sur l'énergie de leur existence. Il parvint à les conserver desséchés pendant plusieurs semaines, après lesquelles il les rendit à la vie en les humectant d'une goutte d'eau. Depuis le célèbre physiologiste Italien, on a fréquemment renouvelé ces résurrections, desséchant des Rotifères, en les soumettant à une chaleur intense, même en les imprégnant d'acide nitrique ; après avoir été conservés pendant des mois entiers, ils ressuscitaient par la simple humectation d'une goutte d'eau. Cet essai est très-facile à vérifier.

Balbiani a renouvelé sur les Kolpodes l'expérience faite sur les Rotifères. Il rapporte

voir réussi à les garder pendant *sept* ans sur me lame de verre desséchés, après quoi ils nt retrouvé l'existence par l'humidité.

(Que l'on s'étonne, en présence de pareils its, de l'énergie et de l'immensité de la vie uatique! L'air peut transporter à sec des rmes et même des animalcules desséchés, i viennent ensuite à pulluler quand ils rentrent quelque part les conditions nécessaires leur existence.

Selon quelques physiologistes, les infusoires ntribueraient à la propagation d'autres animalcules par transmigration. Buffon avait émis ssertion un peu avancée que chaque molécule ait une vie particulière qui subissait des modications successives....

Les différences d'Organisation. — Quoique les usoires occupent le dernier degré de l'échelle ologique, on reconnaît à première inspection e dans leur classe il existe encore une gradation étendue et très-sensible. Sans les considérer sous le rapport de leur taille, on ne

faisant que la part de leur système organique, on est en présence d'une série ascendante, dont tous les membres distincts se placent catégoriquement à côté les uns des autres. Ces infusoires-plantes qui, fixés par un pédicelle, n'ont d'autre mouvement qu'une sorte d'élaboration par un organe en forme de poche, servant à la fois à l'absorption et à l'expulsion, ne possèdent qu'une vie végétale. En passant ensuite par des catégories transitoires nombreuses, on en rencontre de plus parfaits qui se rapprochent des animaux jouissant d'un système organique très-développé, qui se traduit par des viscères multipliés, un appareil respiratoire et une circulation.

Dans les Protozoaires on voit encore des subdivisions : l'Amœba peut être considéré comme le plus élémentaire du groupe; ce n'est qu'une masse transparente comme de la gelée, avec des taches qui semblent être des vésicules; mais aucune apparence d'organe pas même de cils, que possèdent la plupart des infusoires, et cependant il a la faculté d

ce mouvoir, de se nourrir et d'accomplir certaines fonctions animales. Le professeur Jones divise les Protozoaires en plusieurs classes : les *Grégarinides*, simple cellule solitaire avec un noyau, sans cils; ils vivent en parasites dans les intestins des animaux d'ordre inférieur; les *Rhizopodes*, sorte d'infusoire cilié ressemblant à une masse de gelée dans laquelle on distingue cependant une cellule bien formée; les *Spongiaires*, qui se propagent par spicules. Dans la nomenclature des Protozoaires, il existe une énorme disproportion, depuis l'infusoire monadin, qui n'a que quelques centièmes de millimètre, jusqu'à l'éponge, qui acquiert un volume énorme.

Nous voyons dans le Kolpode un être plus compliqué; on le rencontre fréquemment dans toutes les infusions végétales. Il est d'assez forte dimension, ayant la forme d'un haricot hérissé de cils vibratiles sur toute la surface, et à l'intérieur rempli de corpuscules ronds qui semblent être des œufs. Certains observateurs rapportent l'avoir vu introduire, par une

bouche placée dans son échancrure, les Monades, les Bactéries, et expulser, par l'ouverture de la grosse extrémité de son corps, le résidu de son élaboration.

En continuant à monter dans la série ascendante des infusoires, on peut citer, comme plus parfaits, les Systolides ; ils ont une particularité d'organisation qui se traduit par la faculté de se retirer au fond d'un étui cylindrique qu'ils portent sur eux ; cet étui ne fait pas partie de l'animalcule, il est pour lui ce qu'est la coquille au limaçon, et semble provenir de la sécrétion d'une muqueuse. Les Systolides nagent et serpentent dans l'eau, quand ils ne se fixent pas sur un objet quelconque. On compte plusieurs espèces dans cette seule famille ; les uns vivent attachés par leur ventouse caudale, n'ayant d'autre mouvement que de rentrer et de sortir de leur fourreau comme le doigt entre et sort d'un gant. D'autres sont monogastriques, ils ont la bouche évasée et située au fond d'un entonnoir, ce qui ne les empêche pas d'avoir une circulation et une res-

piration. On les trouve plutôt dans les endroits humides, dans de petites expansions d'eau, que dans les fossés de grande étendue.

Si nous poursuivons la recherche de types mieux organisés, après avoir passé par une multitude de types divers, nous en trouvons qui ont une complication d'organisation ayant certains rapports avec les poissons, auxquels ils se rattachent par plusieurs côtes. Dans le *Corethra* (voy. fig. 13), on distingue une tête nettement détachée, un œsophage, des intestins, une vésicule pulmonaire et même un élément de système nerveux. Tous les caractères du poisson s'y trouvent, et la grosseur même les y rattache. Les infusoires supérieurs vivent pour leur propre compte, tandis que les infusoires élémentaires paraissent, dans leur petitesse opposée à leur étonnante multiplication, avoir pour rôle de collaborer à la vie d'autres sujets.

Les Infusoires à la surface de la Mer. — Imperceptible animalcule, insignifiant par lui-

même, l'infusoire peut produire des effets remarquables par son immense puissance de multiplication ; sa force réside dans son inconcevable quantité.

La *phosphorescence* de la mer, connue depuis Pline, a de tout temps frappé l'imagination des navigateurs autant par la grandeur du spectacle que par l'ignorance de la cause à laquelle elle est due. Aujourd'hui le microscope a permis de découvrir *en partie* l'origine du phénomène. Les flots scintillent sous une lueur phosphorescente, qui résulte tantôt de l'électricité, tantôt des animalcules élémentaires, tantôt d'une décomposition animale provenant d'infusoires ou d'une sécrétion qu'ils émettraient par suite de modification organique. Les espèces soumises au microscope sont très-variées et peu connues.

D'après M. Duchemin, l'état lumineux de l'eau de mer n'est pas dû à l'électricité, mais à des infusoires qui deviennent phosphorescents par l'agitation de l'eau. On peut s'en assurer en prenant de l'eau de mer, quand

elle est lumineuse, dans une bouteille, et reproduire à volonté le phénomène en l'agitant. En déposant la bouteille dans de l'eau chauffée à 39°, on augmente la phosphorescence; à 41° elle disparaît, car les animalcules péris-

Fig. 18. — *Noctiluque*, infusoire phosphorescent.

sent, et il est impossible de la reproduire. Pendant les plus grands froids, dit M. Duchemin, la mer peut devenir phosphorescente, car le froid excite les animalcules. Il suffit d'ajouter un acide ou de l'alcool à l'eau de mer pour développer chez les nfusoires une lu-

mière très-brillante. Mais si vous substituez l'eau douce à l'eau de mer, la phosphorescence disparaît. Un fait très-curieux, c'est que l'animalcule qu'on laisse dans l'obscurité, même pendant quinze jours, reste encore lumineux. Quand l'eau est filtrée, le phénomène n'a pas lieu.

Chacun a pu remarquer que les personnes qui se baignent à la mer et qui ont la peau fine, en sortent souvent avec une éruption qui ressemble assez aux piqûres d'orties; M. Duchemin attribue ces piqûres aux animalcules phosphorescents qui, selon lui, sont armés d'une trompe faisant office de suçoir.

La phosphorescence est le plus magnifique spectacle qu'on puisse voir dans le cours d'une traversée; le navire semble voguer sur une mer de feu; avec un bateau à roues, le phénomène se produit avec une plus grande intensité; la couleur de la mer est rouge comme du sang, ou bien éclatante comme du lait. Dans les régions polaires, plusieurs navigateurs ont rencontré des bandes vertes nette-

ment tranchées. La phosphorescence s'observe le plus fréquemment dans l'océan Indien, dans le golfe de Suez et dans les parages intertropicaux ; dans tous les voyages où l'on passe la Ligne, on est sûr de jouir de ce splendide

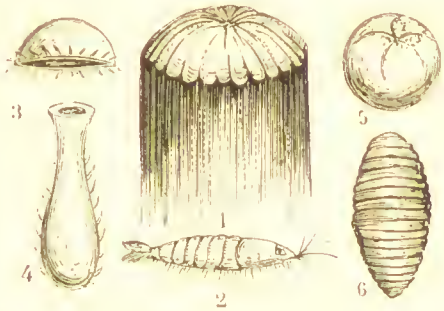


Fig. 19. — Animalcules produisant le phénomène de la phosphorescence (mer de la Manche). 1. *Medusa pellucens*. 2. *Cancer fulgens*. 3. *Medusa scintillans*. 4. *Beroë fulgens*. 5. *Medusa hemisphæra*. 6. *Linus noctilus*.

phénomène. On l'observe aussi sur nos côtes, dans les estuaires, dans les flaques d'eau saumâtre, pendant les nuits chaudes d'été.

Nous extrayons divers passages des rapports de navigateurs qui ont observé la phosphorescence dans des conditions différentes.

Le capitaine Ferrandy, commandant *l'Augustin*, s'exprime ainsi : « Le 1er janvier 1865 la mer était d'un bleu vif très-prononcé; à chaque coup de tangage du navire, la clarté projetée sur l'avant était aussi vive que celle de la lumière électrique, et d'autre part l'horizon était aussi noir que dans l'approche d'un ouragan. Dans la journée, l'eau était verdâtre et le sillage ne laissait pas de trace, et cependant la brise produisait des sillons semblables à ceux que laissent les corps gras. L'odeur de l'eau était aussi forte que celle qui s'exhale d'une poissonnerie. En puisant de cette eau à différentes reprises, on remarquait, en faisant attention, un grand nombre de petits vers blancs de 4 à 5 millimètres de long qui, après quelques heures de séjour dans le verre, prenaient une forme ovoïde, au milieu de laquelle se produisait un anneau; peu à peu tous ces divers fragments se soudaient l'un à l'autre par groupes, et ils se métamorphosaient en une espèce de ver qui était d'un gris brillant. Après quelques heures de soudure, il se

formait à l'anneau un petit point jaune ou rouge orangé vif. Dans les parages de Sainte-Hélène, on le regarde comme du frai de poisson. »

M. de Tessan raconte ainsi l'observation de ce phénomène observé à Simon's Town (Cap de Bonne-Espérance) : « Le 10 avril, dans la soirée, la mer a présenté une phosphorescence extraordinaire. Dans les points où elle était plus grande, l'eau à la surface était fortement colorée en rouge de sang, et elle contenait une si grande quantité de petits globules qu'elle était devenue comme sirupeuse; un seau d'eau puisée en un de ces points, ayant été filtrée à travers un linge, a laissé un volume de ces globules plus grand que la moitié du volume total. Ces globules présentaient à la loupe l'aspect de petites vessies gonflées, transparentes, ayant à la surface un point noir entouré de stries rayonnantes également noires. Ils avaient une odeur de marée très-prononcée; c'était probablement

du frai de poisson. Ces globules ainsi isolés de l'eau étaient éminemment phosphorescents; la moindre agitation, le moindre contact leur faisait jeter une lumière verdâtre, tandis que l'eau filtrée avait complétement perdu la propriété de devenir phosphorescente par l'agitation. Pressée sous la main, cette masse de globules faisait entendre un léger craquement, comme la neige que l'on comprime entre les doigts. Après un séjour de douze heures dans un verre, cette masse répandit une odeur épouvantable de poisson pourri, et n'était plus phosphorescente, contrairement à ce qui arrive généralement aux matières organiques, qui ne deviennent guère phosphorescentes qu'au moment de leur putréfaction. »

M. le capitaine de frégate Trébuchet, commandant la corvette *la Capricieuse*, écrivait de la rade d'Amboine, à la date du 29 août 1860 : « Dans la nuit, louvoyant pour aller gagner Amboine, nous avons eu, depuis 7 heures du soir jusqu'au jour suivant, le magni-

que spectacle d'une *mer de lait*, que les Hol-
ndais nomment *mer d'hiver*, probablement à
nuse de l'aspect du ciel et de la mer, rappe-
nt tout à fait celui de nos campagnes con-
ertes de neige..... Nous avons puisé de l'eau
ans un vase de quatre à cinq litres ; elle avait
couleur de l'eau de mer ordinaire, mais te-
ait en suspension environ deux cents ani-
alcules de même grosseur et de longueur
ien différente, jetant une lumière fixe dont
intensité et la couleur rappelaient les lucioles,
nombreuses dans les colonies des Antilles.
us à la loupe, ces animaux formaient un
hapelet capilliforme d'individus distincts réu-
is par leurs extrémités, en nombre différent
uivant les groupes, vingt en moyenne. Cha-
un ainsi séparé avait de un à deux dixièmes
e millimètre. Ce phénomène de *mer de lait*
vait pour cause la présence de ces animal-
ules si nombreux, dont on pourrait comparer
effet à celui de la lumière stellaire de la voie
actée. »

Extrait du rapport du capitaine Kingmann, du clipper *Shooting-Star*, 27 juillet 1854, par 8° 46′ S. et 103° 10′ E. — « A 7 heures du soir, nous fûmes frappés de la couleur blanche de la mer; la température était de 25° cent. Nous remplîmes de cette eau une baille et reconnûmes qu'elle était remplie de petits corps lumineux qui, lorsqu'on agitait l'eau, offraient l'aspect de vers et d'insectes en mouvement; quelques-uns semblaient avoir 15 centimètres de long... La surface de la mer ainsi couverte pouvait avoir environ 23 milles du Nord au Sud... Au milieu se trouvait une bande irrégulière de couleur foncée et d'environ un demi-mille de large... Bien que le navire filât neuf nœuds, il glissait dans l'eau sans produire aucun bruit. L'Océan semblait une plaine couverte de neige, et son éclat phosphorescent était tel que le ciel, malgré sa pureté, laissait à peine voir les étoiles de première grandeur. L'horizon était noir jusqu'à une hauteur d'environ 10°, absolument comme s'il se fût préparé quelque mauvais temps. et

voie lactée du firmament semblait effacée
ur la blancheur de celle que nous traver-
ons... »

Nous-mêmes avons observé dans la Méditer-
nnée, après les chaudes journées, des lueurs
anches phosphorescentes qui, sous forme de
etites lames, viennent se briser dans le sil-
ge du navire. Plus lumineuses que la trace
u sillage lui-même, elles ne se produisent que
ous l'agitation superficielle de l'eau, et s'é-
anouissent dans le calme qui renaît après le
assage du navire.

On voit, d'après ces quelques citations, que
phosphorescence de la mer se présente dans
es conditions très-opposées les unes aux au-
es, mais que cependant elle est généralement
érivée d'une cause animée.

La Vie microscopique au fond des Mers. — A
uelque distance de la surface, la densité de
eau s'accroît en proportion de son éloigne-
ent de cette surface ; l'homme et les animaux

supérieurs ne sauraient y vivre. Les plongeurs, qui parviennent seulement à la profondeur de 50 mètres, éprouvent un malaise qui les empêche de travailler; malgré tous les efforts du génie de l'homme pour conquérir le lit des mers au profit de l'industrie, une limite lui a été posée et lui montre sa faiblesse. Pour explorer les grandes profondeurs de la mer, on a recours à la sonde; elle ramène des spécimens fragmentés qui permettent de poser des conjectures sur la composition du sol.

Dans ces ténébreuses profondeurs, où la vie d'une organisation supérieure serait anéantie, les infusoires microscopiques de sortes très-variées vivent parfaitement; le Créateur qui a peuplé la terre et la surface des eaux n'a pas laissé inanimés ces endroits que notre imagination regardait comme impossibles à la vie: ils ont leurs habitants qui leur sont propres.

Les vases de certaines mers sont jonchées d'animalcules sédentaires; la sonde a ramené ces Mollusques et des Zoophytes par des fonds de 4000 mètres, où les coquillages les plus

etits et les plus curieux dominaient. Lorsque on fit les sondages préparatoires à la pose u câble transatlantique, entre Valentia et erre-Neuve, la sonde rapporta, dans son em-

Fig. 20. — *Æquorea vitrina* (avec polype).

ceinte de suif, des parcelles de vase au milieu e laquelle vivait une multitude de Foramini-res.

Dans les profondeurs inconnues où l'on a ouvé ces frêles carapaces, on est porté à ad-ettre qu'il n'y a plus ni chaleur ni lumière;

selon les calculs des physiciens, la pression doit y atteindre 400 atmosphères. Elles sont donc organisées pour vivre dans ces conditions. Contrairement à l'opinion du professeur Forbes, on a maintenant, grâce aux explorations de la science moderne, la certitude que la vie peut exister sous les plus fortes pressions de l'eau ; suivant sa théorie, il avait posé par induction le principe qu'à mesure qu'elle s'éloigne de la surface, elle décroît proportionnellement.

La vie est disséminée à la surface des eaux, au fond des mers, sur la terre, suivant des lois dont la nature seule a le secret ; nous ne pouvons pénétrer les causes suivant lesquelles elles ont été dictées. La vie exubérante sous les latitudes intertropicales s'étend aussi aux régions polaires ; si la végétation manque à la surface de la terre de ces pays désolés, la mer est mieux partagée, la vie aquatique y est largement répandue dans certains parages. Dans les expéditions au pôle boréal, on a constaté que, dans les mers du Grœnland,

nombre des petites Méduses qui flottent dans 'eau est si grand, qu'un pouce cube d'eau, pris au hasard, n'en contient pas moins d'une centaine. Les formes microscopiques recueillies dans les mers du pôle austral, pendant le voyage du capitaine Ross, offrent une richesse toute particulière d'organisations inconnues et souvent d'une élégance remarquable. A des profondeurs qui dépassent la hauteur des plus grandes chaînes de montagnes, chaque couche d'eau est animée par des infusoires polygastriques, tels que des Cyclidies, des Ophryines. Là pullulent les animalcules phosphorescents de l'ordre des Acalèphes, les Mammaria, les Crustacés, et les Néréides, qui tournoient continuellement. Leurs innombrables essaims sont attirés à la surface ou repoussés vers le fond, suivant certaines circonstances météorologiques.

M. Jeffreys a exécuté en juillet 1869 des sondages à l'entrée de la Manche, qui ont amené dans la vase marine plusieurs espèces de *Spongiaires* vitreux, des *Rhizocrinus*, des

Ophiurides, des *Échinodermes*. Il a constaté que l'eau de mer puisée à de grandes profondeurs contient une proportion notable d'acide carbonique et de substances organiques en dissolution, et que la chaleur du soleil ne s'étend pas au delà d'une profondeur de 25 mètres. Ainsi que M. Milne-Edwards (1851), M. Dayman (1857) et M. Wallich (1860), il reconnaît que la pression et l'absence présumée d'air atmosphérique et de lumière ne sont pas un obstacle à la vie animale.

CHAPITRE V.

L'ANIMALITÉ INDÉFINIE.

Les Animaux-Plantes. — La vie microscopique dans l'eau revêt les formes les plus bizarres et les plus insolites ; quoiqu'elle soit plus riche que la vie végétale, elle lui emprunte dans beaucoup de cas ses caractères principaux, qu'elle semble s'assimiler. Elle s'incorpore en elle avec une désespérante intimité pour les classificateurs.

En voyant les Zoophytes et les Protozoaires, on est amené, à première inspection, à les envisager comme végétaux, puisqu'ils semblent en avoir tous les attributs. Ne dirait-on pas que les Polypiers, aux ramifications ciliées, sont des végétaux avec leurs branches ? On les a même souvent confondus avec des Conferves. Il encore, sous ces états d'extrême simplicité, il existe une grande variété.

Chez les Infusoires, on rencontre des exemples d'animalité végétative ou d'animalité tellement léthargique que les points de contact avec le végétal sont difficilement déterminables. Le Volvox globator est, parmi les infusoires de cette espèce, l'exemple le plus connu. Le Volvox a la forme d'une sphère régulière et translucide, sur laquelle sont agglomérés une infinité de petits globules verts, se détachant sur un fond en résille. Ces taches sont ce que les algologues nomment *spores*, masses amorphes, qui servent à la propagation de l'espèce, sans qu'on puisse préciser avec certitude quel est leur mode d'action. A un certain point de maturité, ils se désagrègent; les petits corps verdâtres, qui n'ont pas un millimètre de diamètre, s'enfuient dans l'eau comme des Monades; ces infusoires naissants ont-ils la propriété de procréer d'autres Volvox, ou le Volvox est-il émis

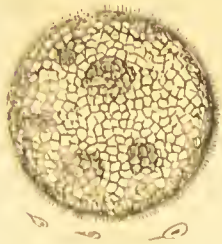


Fig. 21. — Infusoire végétant : *Volvox globator* (avec zoospores détachés).

des sujets indépendants? Leeuwenhœk, ce premier et consciencieux observateur des infusoires, décrit ainsi ce qu'il avait vu : « Ayant enfermé dans un tube de verre deux Volvox contenant chacun cinq globules plus petits, et un troisième contenant chacun sept globules plus grands, on vit, quatre jours après, que la membrane interne des deux premiers était transparente; elle se déchira, et les dix petits globules inclus tournoyaient dans l'eau. Au bout de trois jours, le Volvox plus petit que les trois autres avait augmenté de volume, et l'on pouvait distinguer d'autres particules naissantes. »

Dans les derniers représentants du règne animal, il existe encore beaucoup de points à élucider, sur la place que l'on doit leur attribuer. Dans les eaux douces stagnantes, on remarque, pourvu qu'on ait fait une observation de simple curieux, de petits corps jaunâtres renflés au milieu et affinés vers les extrémités; ce sont des *Navicules*. Ehrenberg, le grand physiologiste de la vie protozoïque,

les classe comme infusoires; Kutzing, dans son *Species Algarum*, les classe dans les Diatomacées. Elles ont, en réalité, les deux caractères réunis, bien définis de part et d'autre. La vie animale se traduit par la faculté de se mouvoir, et, dans leur nature végétale, elles ont tous les indices de la classe des Diatomées (*δια, à travers; τεμνω, je coupe*). Comme on les trouve tantôt indépendantes, tantôt groupées en faisceaux et en ramules, on est en droit d'admettre divers états successifs, mal définis peut-être, mais par lesquels elles passent successivement et ostensiblement.

Fig. 22. — Diverses *Navicules* des eaux stagnantes.

Ce que c'est que l'Éponge. — La place à donner aux Éponges a été un sujet de contestation prolongé; elle est naturelle, puisqu'elles forment un point de contact et de transition entre

le végétal et l'animal. Dans leur organisation dégradée, elle n'ont de l'animalité que la reproduction d'œufs, qui donnent naissance à des larves ciliées. Ces larves, après avoir nagé quelque temps au moyen de leurs cils, se fixent sur un corps étranger quelconque. Elleviennent immobiles. Se déforment et perdent tout leur mouvement; commence alors la série des métamorphoses où le végétal et l'animal s'enlacent étroitement. On a voulu considérer les Spongiaires comme des agglomérations d'infusoires protophytes, qui passeraient de l'état animal à l'état végétal; car les micrographes y ont reconnu des concrétions particulières qui résultent de la fixation des cils des larves ou infusoires. Au printemps, des essaims de larves surgissent à l'extérieur de l'Éponge; les courants les entraînent et leur

Fig. 23. — Spicules d'Éponge étoilées et aciculaires.

font subir leur métamorphose sur les corps auxquels ils peuvent se fixer par leurs cils. Pendant la première époque de la croissance, les canaux interstitiels commencent par de petits pores à la surface et se terminent par des évents ; au moyen de ces derniers, il s'éta-

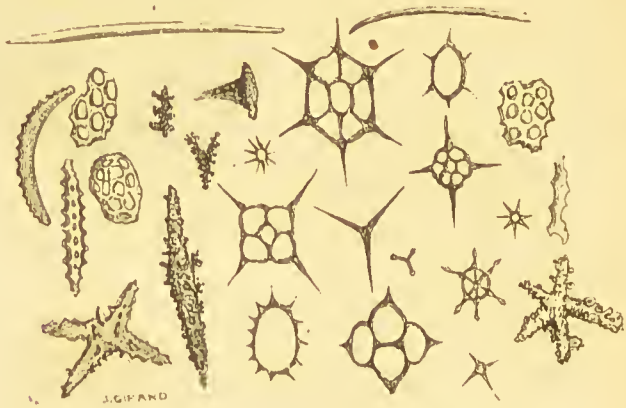


Fig. 21. — Spicules d'Éponge de formes diverses.

blit un courant, qui continue, pendant toute la vie de l'Éponge, à apporter des particules alimentaires. Alors l'être a perdu sa mobilité et paraît à nos yeux comme une masse inerte.

Dans la substance des Éponges d'eau salée examinées au microscope, on voit que les par-

celles sont munies de filaments très-minces, qui renferment des granules, que l'on suppose être des œufs reproducteurs ; ce sont les *Spicules*, corps très-variables dans leur conformation, tantôt en aiguilles, tantôt étoilés, tantôt très-irréguliers; leurs dimensions sont également modifiées suivant les espèces ; le plus généralement, il faut un pouvoir amplificateur très-grand pour pouvoir les discerner. Leur nature est à la fois gélatineuse et membraneuse et, de plus, siliceuse, puisqu'elle résiste à l'action de l'acide nitrique; quelquefois, au lieu d'être diaphane, elle est légèrement colorée.

Fig. 25. — Corps siliceux qui se trouvent dans l'épiderme des *Holothuries* (*Synapta*).

On retrouve dans les Holothuries également des corps siliceux, qui ont une certaine analogie avec les spicules d'Éponge. Quand on a laissé macérer l'épiderme jusqu'à décomposition, on voit, après que des lavages répétés ont enlevé les matières étran-

gères, des particules siliceuses en forme d'ancre (*Synapta*). Les branches sont soudées à un pédicule ou plate-forme perforé d'un nombre de trous symétriques dentelés sur leurs bords, suivant un angle toujours constant.

Les sondages ramènent souvent des spicules d'Éponge de grande dimension ; dans les mers de Chine notamment, on en rencontre qui sont à trois branches, et dont la grandeur est telle qu'une simple loupe suffit pour les discerner.

La faculté d'assèchement des Éponges réside dans la multiplicité des fibres poreuses résistantes, qui, par leur nature hygrométrique et leur capillarité, les rend avides d'eau. La surface et l'intérieur sont perforés de grandes ouvertures, dont les ramifications sont successivement décroissantes, ayant une certaine ressemblance avec les rameaux des végétaux supérieurs. Leur porosité est très-variable comme structure ; elle dépend des localités marines où elles croissent ; elles changent aussi de nature par l'agrégation toujours compliquée des cils, des fibres, des œufs et du sable, qui

oussent en même temps. L'absorption se pro-
uit dans l'Éponge par toute cette infinie mul-

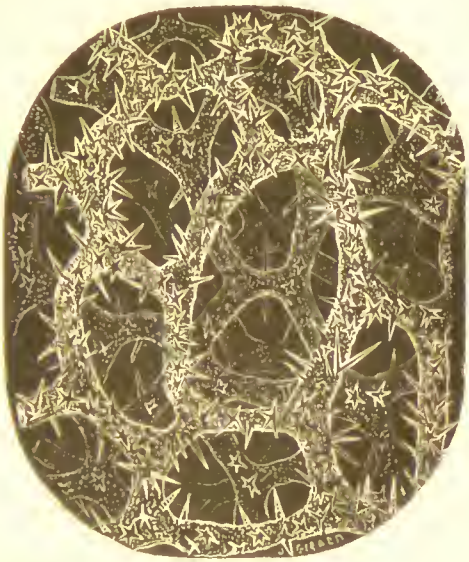


Fig. 26. — Coupe d'Éponge commune montrant les spicules adhérant aux ramifications.

itude de petits canaux, formant un réseau
nextricable, dans les fibres résistants qui les
omposent.

Les espèces et les qualités d'Éponges sont en
apport avec leur tissu. Les plus estimées sont
aturellement celles dont la texture est la plus

fine, la plus homogène, la plus résistante; il faut joindre à ces qualités celle de la pureté, condition qui n'est que rarement remplie à cause des courants qui apportent toujours du sable dans les interstices intérieurs. Quelquefois les Éponges sont enfermées dans une enveloppe calcaire, et à l'intérieur elles contiennent une matière animale, qui exhale une odeur chloreuse; ce n'est que par des lavages avec une solution d'acide sulfurique qu'on parvient à les en débarrasser.

Leur fécondité est prodigieuse dans leur obscur mode de multiplication; certains observateurs affirment que les couches de spicules résultant de leur désagrégation sont tellement épaisses que, dans l'océan Indien, la sonde en ramène des paquets compactes. On n'a pas de données précises sur la durée de leur existence ni de leur accroissement; mais on estime, au point de vue pratique de la pêche, qu'il faut un intervalle de trois ans pour explorer à nouveau un fond exploité entièrement.

On peut dire d'une manière générale que l'Éponge croît dans toutes les mers; mais elle n'est pas toujours de qualité suffisante pour valoir les frais d'exploitation. On la pêche principalement dans la Méditerranée, sur les côtes de Syrie et d'Algérie. et en second lieu au Japon, dans les Antilles, sur les côtes de l'Amérique du Nord. Des plongeurs vont, au risque de leur vie. les arracher au fond de l'eau; celles-ci ainsi choisies, dites *plongées*, sont les meilleures; on les pêche aussi avec des filets qui, les arrachant des roches où elles adhèrent, les lacèrent et ne les prennent qu'au hasard; leur valeur est de beaucoup diminuée. Maintenant, avec les appareils de plongeurs perfectionnés par l'industrie, l'homme a conquis le lit de l'Océan, et peut faire facilement un travail, naguère le partage des malheureux individus voués à une fin prématurée par ce genre de pénible métier.

Les Constructions animales. — Certaines mers sont remplies de Polypes inappréciables

qui finissent, à cause de leur prodigieuse multiplicité et leur mode d'agrégation, par former des amas prodigieux, transformés ensuite à la longue en îles entières. Le Corail en est un exemple ; c'est un Polype dont les ramifications successives font peu à peu surgir des récifs dans les mers de l'Océanie. Ce petit être microscopique, si insignifiant par lui-même, croît tellement, que les cartes marines de la mer proprement appelée la mer de Corail, deviennent inexactes au bout d'une vingtaine d'années. Un Infusoire devient ainsi la terreur du navigateur !

Les Corallaires ont le corps mou ; leur forme se rapproche de celle d'un cylindre creux, ou mieux d'un sac fermé à son extrémité supérieure et ouvert à sa partie inférieure. Cette cavité leur sert, comme dans les Infusoires, à la fois à prendre les substances nécessaires à leur nutrition et à les rejeter. Cette bouche est entourée d'une couronne de tentacules ressemblant à une fleur épanouie ; elles semblent avoir pour objet de saisir la proie qui flotte

sur l'eau. Ainsi la vie animale fleurit. L'extrémité antérieure est disposée de façon à pouvoir se fixer très-solidement aux corps étrangers. La vie animale, parvenue à son terme, se retire petit à petit; elle se métamorphose en minéral par la propriété que possède le Corail d'acquérir une consistance pierreuse suffisante pour constituer un large calcaire, qui s'accroît indéfiniment par des générations successives et rapides de ces mêmes Polypes.

La prodigieuse reproduction du corail s'opère par des œufs logés au fond de la cavité antérieure; il en existe une grande variété non-seulement à cause des croisements qui s'opèrent dans le mélange de ces œufs dû à l'action des courants et agitations de l'eau, mais encore aussi à cause de la multiplication par bouture; comme pour les végétaux, il suffit d'un fragment placé dans des conditions convenables pour reprocréer un individu semblable. Cette singulière propriété fait supposer que le corps de ces animalcules est de même

texture dans toute son étendue, et que toutes ses parties sont susceptibles des mêmes transformations; on ne peut y trouver aucune matière osseuse, ni une enveloppe solide ayant un rapport avec la structure des insectes ou des crustacés; tout y est membraneux, et aussi élémentaire que le permettent les fonctions de la nutrition.

Les Coraux ne vivent pas isolément dans les eaux, leur frêle nature ne résisterait pas au choc des vagues et au frottement contre les corps durs; il leur faut un lieu de retraite sûr, d'où ils fassent librement sortir leurs tentacules pour chercher leur nourriture. Mais ces demeures individuelles seraient elles-mêmes trop destructibles, si elles n'étaient réunies en grandes agglomérations; elles puisent leur force dans leur réunion; mises en contact les unes avec les autres, en assez grand nombre pour former un corps capable de résistance, elles se soutiennent mutuellement.

Le Corail vivant est très-gracieux; les parties calcaires se trouvent entièrement recou-

vertes d'une écorce molle demi-transparente d'un rouge vif. De côté et d'autre on aperçoit sur cette écorce de petits mamelons, qui semblent percés à leur centre d'un petit trou d'où rayonnent huit légers sillons. En plaçant cette branche dans l'eau de mer pure, en l'y suspendant la pointe en bas, on voit bientôt les mamelons se gonfler; le trou central s'ouvre peu à peu, les sillons se redressent, une petite boule blanche paraît : quelques minutes encore, et une charmante et délicate fleur du blanc le plus pur sera épanouie. L'incarnat de la branche et le blanc opalescent de la fleur se fondent agréablement l'un avec l'autre; tout cela est si délicat qu'on ne peut y toucher. Les huit pétales sont tous barbillés sur leurs bords, et forment en quelque sorte la corolle de la fleur; ils ont d'ordinaire de 2 à 3 millimètres de long. Au centre de l'étoile formée par ces bras, se trouve la bouche, seul orifice du corps de l'animal. Cette jolie petite créature n'est pas aussi inoffensive qu'on pourrait le croire, elle se nourrit de chair; ses bras

sont armés d'une multitude de flèches empoisonnées, flexibles, qu'il peut à volonté tenir en dehors ou conserver roulées en spirale dans l'intérieur de cellules spéciales; quand l'une de ces flèches est détruite, une autre aussitôt la remplace. La sensibilité est très-grande; touchez, même légèrement, un sujet épanoui, il retourne aussi les barbules de ses bras sur eux-mêmes, comme les doigts d'un gant, et il se cache dans son intérieur. Ces bras affectent le même mouvement, se retirent dans le corps, qui à son tour se rétracte et s'abrite sur les tissus environnants. Les bords de l'orifice par lesquels la fleur est sortie se rapprochent alors, et en un clin d'œil la branche fleurie a disparu; il semblerait que l'hiver ait subitement succédé au printemps. Quand on brise une branche de Corail vivant, on voit suinter par la plaie un liquide blanc, que M. Lacaze-Duthiers pense être du sang ou un fluide vital. Il circule dans un système de vaisseaux commun à toute la colonie. Le même observateur y a trouvé des mâles et des femelles; du mois

de mai au mois d'octobre, les femelles donnent naissance aux jeunes, qui sortent tout vivants de l'ouverture buccale de leur mère. Ce sont autant de petits vers blancs comme des cils; ils nagent à reculons, et au bout de quelque temps, ces larves se fixent par leur base, et la nouvelle colonie commence son évolution. Les larves deviennent bientôt des étoiles, qui bourgeonnent, et en peu de temps le Polype se trouve constitué. Sa portion solide, employée en bijouterie, résulte simplement de l'accollement d'innombrables particules calcaires, déterminées par les tissus de jeunes animalcules et qui se trouvent ainsi dans toute l'étendue de l'écorce du Polypier parfait.

« Sous l'influence d'une température élevée, au milieu des flots tièdes et surchargés de sels, l'imperceptible architecte est constamment à l'œuvre. Il extrait de la goutte d'eau qu'il habite la partie minérale qui va servir à construire son palais de corail. Il s'empare des élé-

ments solides, surtout des substances calcaires que chassent les courants ; il les élabore, les triture dans un estomac annulaire d'une inconcevable puissance ; il les absorbe enfin et se les assimile en les transformant en perles, en coquilles et en bancs de coraux, dont les innombrables ramifications embrassent et recouvrent le fond des mers soumises à l'action des tropiques. Dans de pareilles conditions, le travail des Madrépores est incessant. Leurs cellules se multiplient, leurs habitations se groupent, s'enchevêtrent, se superposent en couches épaisses et profondes ; elles atteignent enfin la surface, et arrivées en ce point qu'elles ne peuvent franchir, elles sont destinées à servir de base à de nouvelles îles, à de nouveaux archipels et à de nouveaux continents peut-être. »

FÉLIX JULIEN.

(Commentaires d'un marin.)

Il y a beaucoup de sortes de Corail ; la bijouterie recherche celui qui a une belle teinte

rose, tandis que l'on ne fait aucun cas de celui qui, à l'état madréporique et pierreux, forme les roches marines. La pêche du Corail pour le commerce se fait abondamment sur les côtes d'Algérie; en Amérique, on cite des bancs de Corail de plusieurs lieues d'étendue; dans ces parages, la limpidité de l'eau est si grande que les plongeurs rapportent voir distinctement à une centaine de mètres devant eux; ils sont témoins d'un magnifique spectacle : il s'élève du fond de majestueuses colonnes de Corail d'une belle couleur rose, d'une hauteur remarquable; leur sommet supporte des milliers d'aiguilles, qui donnent l'idée d'un jet d'eau rose congelé instantanément; après s'être arrondies vers le sol, elles produisent de longues séries d'arches sur plusieurs rangs, comme dans une antique cathédrale; çà et là ces voûtes semblent ouvertes, ailleurs quelques piliers rapprochés s'élèvent fièrement jusqu'à la surface de l'eau. Dans les crevasses sont logées des herbes marines, et grâce à la lumière qui leur arrive au tra-

vers d'une eau parfaitement limpide, l'ensemble est nuancé des teintes les plus harmonieuses; au milieu de ces roches, se jouent des poissons de toute couleur, qui viennent animer ce domaine de la féerie naturelle.

Les *Perles* ont plusieurs points de ressemblance avec le Corail. On a beaucoup commenté leur origine. On sait que communément elles se trouvent dans le tissu des valves de certaines huîtres; on les regarde comme le résultat d'une sécrétion abondante de la nacre de l'huître, qui aurait pour cause une annélide s'introduisant dans la coquille; on les a aussi envisagées comme provenant de la nacre directement par obstruction de son tissu. M. Küchenmeister ayant examiné les Mulettes (*Unios*) vivant dans les eaux douces, a remarqué au centre de chacune un petit ver parasite de la famille des Trémadotes; ce fait

Fig. 27. — Coupe de Perle : *Alasmoda margaritifera.*

établit que la formation de ce genre de perles est due à un petit ver; ce ver pénétrerait dans le Mollusque au moment où ce dernier ouvre ses écailles, et causerait à l'Unio une telle irritation, que celui-ci, pour se soustraire à l'influence de son ennemi impitoyable, l'entourerait d'une matière épaisse qu'il tire de son enveloppe; celle matière formerait la perle. D'autres observateurs ont supposé que l'animal parasite qui est au centre de toute perle n'est pas un ver, mais bien la larve d'un insecte. Au fond, ces deux opinions peuvent être vraies l'une et l'autre, attendu que, suivant les lieux et les circonstances, l'un et l'autre de ces animaux peut causer cette irritation. En faisant une coupe transversale de perle, on remarque pour la plupart des couches superposées les unes aux autres, comme dans les tiges des végétaux phanérogames; chacune est indépendante de la précédente, mais y adhère néanmoins intimement. L'ovale est généralement imparfait; sa plus grande dimension atteint quelquefois jusqu'à 15 cen-

timètres de diamètre; la nacre en est brillante et irisée; lorsqu'elle est fraîche, sa chair est blanchâtre et molle, ressemblant à celle des Polypiers.

DEUXIÈME PARTIE.

LES VÉGÉTATIONS MICROSCOPIQUES

DE L'EAU.

CHAPITRE PREMIER.

OU COMMENCE LA VIE VÉGÉTALE?

L'enchaînement dans le Monde microscopique. — Dans la plupart des formes que revêt la vie élémentaire, le végétal et l'animal se confondent, ils paraissent avoir une commune origine ; leur développement s'opère de même et d'après les mêmes éléments constituants. Linné définit ainsi les caractères des différentes classifications naturelles : « Les minéraux croissent ; les végétaux croissent et vivent ; les animaux croissent, vivent et sentent. » Cet argument, dans sa concision, démontre que partout il y a croissance, partout il y a une vie propre. Les minéraux ont une vie latente ; les végétaux, plus parfaits, sont animés d'une existence énergique et sensible ; mais seuls les animaux sont doués d'un mouvement spontané, libre et intelligent. Chacun a son

élément propre, le minéral a la molécule, le végétal la cellule, l'animal un tissu cellulaire composé et plus perfectionné, et cependant dans plusieurs circonstances, notamment dans la vie élémentaire, les signes sensibles distinctifs ne sont pas suffisants pour discerner leurs caractères. En suivant les pérégrinations de la molécule, on la voit du sol passer à la plante, et de la plante à l'animal, dont la dépouille retourne au sol après l'achèvement de sa vie. Les minéraux fournissent aux végétaux et aux animaux des matières ou principes immédiats, qui se transforment en parties constituantes; leur organisme s'assimile ces substances par l'intermédiaire de la digestion et de la respiration pour les animaux, et par la circulation pour les végétaux. Ceux-ci font de la matière organique en fixant et en combinant de différentes manières certains éléments minéraux; de même, les animaux produisent de la matière organique par la combinaison d'éléments végétaux et animaux qu'ils absorbent.

Les études microscopiques démontrent que le végétal peut avoir une telle affinité avec l'animal qu'on ne peut savoir auquel il appartient; la mobilité est le principe caractéristique de l'animal; on connaît des exemples de mobilité dans des objets classés comme végétaux, et d'autre part, certains, regardés comme animés, ne font aucun mouvement. Cependant, dans l'un comme dans l'autre, la vie est manifeste. Existe-t-il un point de séparation tranché entre la vie animale et la vie végétale? L'ordre naturel des choses donne une réponse négative. En étudiant le monde microscopique de l'eau, on est de plus en plus convaincu de l'impossibilité d'établir une ligne de démarcation définie. On voit, de part et d'autre, formation d'une simple cellule par une simple cellule, qui, depuis l'état embryon-

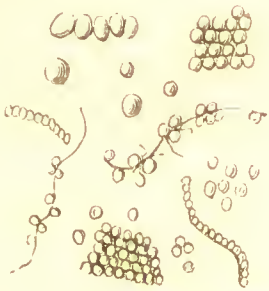


Fig. 28. — Conferves unicellulaires. Isolées, réunies en chapelet, enchaînées sur un axe crinuliforme.

naire jusqu'à l'âge adulte, subit ses métamorphoses suivant des lois invariables pour chaque espèce, auxquelles elles obéissent par une merveilleuse force occulte.

En parcourant précédemment, dans la vie animale microscopique, les différents types

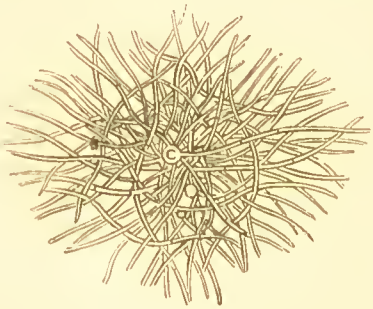


Fig. 29. — *Mycelium* ou filaments de Champignons.

gradués qui s'étendent depuis l'organisation élémentaire jusqu'à celle qui est complète, quoique microscopique, on voit l'enchaînement qui les réunit. Dans les plantes microscopiques, la graduation est la même que dans les végétaux supérieurs, depuis le simple globule des Algues unicellulaires jusqu'aux Con-

rves délicates et merveilleuses de contexture ; ans la nature, les transitions brusques n'exis- ent pas.

La Motilité végétale. — Les eaux douces ontiennent une humble petite Conferve fila- enteuse se propageant par multitudes telles ue, bien qu'elle ait à peine quelques frac- ons de millimètre de long, elle colore des angs entiers. Ces Conferves sont les Oscil- riées, ainsi dénommées à cause de la faculté u'elles possèdent de se mouvoir dans l'eau ontanément. Si l'on fait avec soin cette ex- érience au microscope, en ayant soin de les poser dans une goutte d'eau suffisante pour u'elles puissent exécuter librement leurs mou- ements, on verra qu'ils sont de trois sortes. e premier est une oscillation pendulaire de oite à gauche et réciproquement, il est exé- uté par une seule extrémité, tandis que l'au- e est immobile et sert de point d'appui. Le cond est une flexion du filament sur lui- ème ; il est secoué alternativement, comme

le serait un ver dans sa progression. Le troisième est une répétition longitudinale, ou une translation du filament dans sa longueur. Harvey, qui le premier étudia ce phénomène avec une attention toute spéciale, pense que ce mouvement rhythmé qui pousse le filament avec un certain instinct apparent est évidemment d'une nature tout autre que la spontanéité des mouvements exécutés par les animaux; il doit être considéré comme l'expression de certains changements vitaux, prenant place dans l'intérieur des cellules. La chaleur, la lumière sont des causes déterminantes très-énergiques, car, avec le froid et dans l'obscurité, la motilité n'existe pas.

Un autre groupe de Conferves qui constitue une famille à part, les Diatomées, a beaucoup été étudiée par les micrographes à cause des faits curieux qu'elle présente. Kützing l'a jugée d'une importance suffisante pour lui donner une large place dans son *Species Algarum*. Au nombre des caractères spéciaux qu'on y rencontre, on peut citer la motilité

l'une certaine classe, les Navicules; comme les Infusoires, elles se meuvent, et même avec beaucoup de rapidité, sans qu'on puisse distinguer aucun organe locomoteur analogue à ceux des Infusoires. On est tenté, de prime abord, de croire qu'un courant créé dans le liquide qui le contient peut jouer un rôle d'adduction et être une fréquente cause d'erreur dans les observations. Quand on laisse longtemps séjourner le liquide dans une position bien horizontale, il finit par se fixer définitivement; d'un autre côté, en faisant attention que les mouvements s'exécutent en différents sens opposés, on a une preuve de leur spontanéité. Les Navicules, dont le nom *Navicula* (petite nacelle) indique la nature, ne paraissent posséder la motilité qu'à une certaine période déterminée de leur existence, concordant avec le moment où leur carapace, siliceuse et gélatineuse à la fois, est munie de la matière endochromique reproductrice. Suivant M. de Brébisson, célèbre diatomiste, elle serait due à un effet d'osmose et d'endosmose.

Les animalcules dans les végétaux aquatiques. — Les Algues, les Mousses et plusieurs autres plantes aquatiques ont, à des périodes déterminées, de petits corps particuliers, ressemblant beaucoup à des Infusoires, qui éclosent dans leurs organes reproducteurs. Sur les frondes des Algues, dans des cavités spéciales, la multiplication se produit par deux organes, que l'on a assimilés à des organes sexuels : les spores et les anthères. Ils émettent, à l'époque de fructification, de petits corps déliés tournoyant rapidement : les zoospores et les anthérozoïdes. Au moment voulu, les anthérozoïdes se groupent autour des zoospores et, se mouvant rapidement à l'entour, leur impriment un mouvement rotatoire ; dans cette action, le zoospore est posé à l'état de graine capable de germer. Dans leur courte existence, ces Infusoires, nés de la plante elle-même, n'auraient d'autre but que celui de la fécondation ; celle-ci une fois accomplie, ils meurent.

Dans les Conferves, la matière verte qui remplit les cellules se change aussi en gra-

nules qui s'y agitent, jusqu'à un moment déterminé où, devenus vivants, ils se répandent au dehors, noyant dans le liquide pen-

Fig. 30. — *Penicillium* de la levure du Cidre à différents états de maturité.

dant un certain temps, et vont se fixer aux corps solides, où ils se développent en Conferves semblables à celles d'où ils étaient partis.

La fermentation des boissons engendre des champignons microscopiques très-variés.

Dans la germination, les Infusoires paraissent jouer un certain rôle par leur petitesse opposée à leur étonnante croissance ; non-seulement ils vivent pour leur propre compte, mais collaborent à la vie d'autres sujets. Ainsi, suivant les découvertes de plusieurs savants, la germination ne pourrait avoir lieu sans le secours des Infusoires, et ils seraient les principaux auteurs de la marche ascendante de la séve et de la force de succion des racines. C'est ce qui fait dire abstractivement que la plante qui germe est un animal qui respire. En mettant sur une éponge humide des graines diverses, on voit, au moment où la germination commence et que la graine et l'embryon sont encore durs et cornés, un développement

Fig. 31. — Spores de la levûre de la bière à différents états d'avancement.

prononcé de Bactéries, suivi d'un autre de Vibrions, de Monades et de divers Infusoires.

Les trois règnes de la nature dans une seule plante. — Certains fossés d'eau douce stagnante sont souvent recouverts de paquets d'herbes rameuses, d'une couleur verdâtre tirant sur le blanc ; dans les endroits où l'eau est tranquille et bien exposée au soleil, ils se propagent tellement qu'au bout de quelques années ces fossés finissent par être entièrement comblés. C'est le *Chara*. Il a tantôt été classé parmi les Mousses, avec lesquelles il a plusieurs points de ressemblance, tantôt parmi les Algues, dont il participe encore plus réellement par son habitat, puisqu'il est constamment submergé. En définitive, on a formé pour lui une classe à part, celle des Characées, divisée en deux genres : les Chara et les Nitella. La tige est articulée, et de chacun de ses nœuds partent deux branches verticillées qui, à leur tour, portent des rameaux également verticillés ; de

cette tige, de petites ramules simples en proviennent comme des feuilles.

Le Chara a joué un rôle important dans la micrographie botanique, par la possibilité d'y observer la circulation de la séve d'une manière très-sensible. Ce fut l'abbé Corti (1776) qui vit, le premier, le courant du fluide granulaire aux dépens duquel se fait la nutrition. En effet, à l'époque qui précède la fructification, la circulation est dans toute sa vigueur; c'est le meilleur moment pour en faire l'observation. On choisit une ramule fraîche de Nitella, sortant de l'eau, qui n'est pas comme le Chara proprement dit, incrustée de dépôts calcaires ; on enlève très-délicatement au scalpel l'épiderme, en ayant grand soin de ne pas léser la pellicule sous-jacente recouvrant direc-

Fig. 32. — Ramules de *Chara*.

tement les vaisseaux dans lesquels se fait la circulation, sans quoi elle s'arrêterait aussitôt. On remarque un courant demi-fluide contenant des globules gélatineux flottant de côté et d'autre ; le courant exécute un mouvement rotatoire qui s'élève d'une part dans un sens sensiblement spiral et qui redescend d'un autre, selon la direction tracée par deux larges bandes obliques de grains de chlorophylle, séparées par deux autres lignes incolores. Cette expérience, excellente démonstration de la circulation de la séve, ne réussit qu'autant que la décortication épidermique a été soigneusement faite.

Les organes reproducteurs, qui apparaissent au printemps, consistent premièrement en une anthéridie ayant la forme d'un œuf strié, fixée sous les ramules par des griffes, comme les doigts de la main supporteraient une boule ; secondement en un globule ou sporange d'un beau rouge, contenant de nombreux granules à l'époque de la fructification. Du centre partent des filets transparents, composés de cel-

lules courtes, dont chacune donne naissance à un anthérozoïde, jouant probablement ici, comme dans la plupart des Algues, un rôle important dans la reproduction.

Les Characées ont l'unique propriété de s'incruster de carbonate de chaux ; leurs ramules et leurs tiges sont complétement recouvertes de ces concrétions calcaires, assez abondantes pour qu'au toucher on éprouve la sensation d'une rugosité très-prononcée. Ce dépôt est un résultat direct de l'élaboration végétale ; il se fait sous les téguments, et partout en général d'une manière assez abondante, pour faire changer la coloration verte naturelle de la plante en une teinte blanchâtre. Elle ne se produit pas avec une pareille intensité chez tous les sujets de cette même famille ; il faut qu'ils aient des éléments nécessaires, et que l'eau soit favorable ; celle des tourbières permet à ce phénomène de se produire abondamment.

Nous voyons donc, dans cette plante curieuse : la vie *végétale* comme plante d'abord,

et rendue ensuite très-sensible par la circulation de la séve ; la vie *animale* dans les anthérozoïdes émanés d'elle-même par les organes de fructification ; et enfin la vie *minérale* résultant de son élaboration. Les trois grandes divisions naturelles y sont donc réunies simultanément.

CHAPITRE II.

ÉTUDE AU BORD D'UN FOSSÉ.

Les mucosités flottantes. — La plus petite flaque d'eau stagnante peut donner matière à une série d'études de micrographie botanique très-variées. C'est un herbier perpétuel, où l'on n'a qu'à puiser, pour trouver des plantes aquatiques curieuses; cette eau repoussante et fétide est un vaste aquarium peuplé de Conferves de toute nature.

Un naturaliste qui serait patient et habile investigateur, pourrait faire, au bord du plus petit fossé, des études microscopiques les plus variées et les plus étonnantes. Seulement, il faut savoir chercher dans l'endroit où le vulgaire passant ne voit qu'une flaque d'eau peu digne d'attention et même répulsive à la vue.

Que de métamorphoses se passent dans ce monde aquatique invisible ! Chaque saison

produit une variété d'animaux et de plantes différentes ; en hiver, quand la glace couvre

Fig. 33. — Bouquet de roseaux.

la surface, ils se précipitent au fond pour éviter d'être emprisonnés dans cette épaisse croûte solide ; quelques infusoires ne mour-

raient pas pour cela, ils hiverneraient, tomberaient dans une insensibilité léthargique, jusqu'au moment où la limpidité rendue à leur élément leur permettrait les évolutions naturelles. Mais vient le dégel, les premières effluves printanières caressent la surface de l'eau, les chaleurs sont encore éloignées, alors la vie renaît : les Confervées, les animalcules grands et petits, voire même les tapageuses grenouilles, la vie de l'eau vient se manifester.

Fig. 34. — Mousse aquatique : *Sphagnum squarrosum.*

Bientôt cette nappe liquide se couvre d'un inextricable entrelacement de plantes, on dirait une *jungle* en miniature, une forêt sous-marine avec toute une légion d'animaux. La vie se montre énergiquement à la surface. La prairie change d'aspect, les hautes herbes viennent abriter les bords de cet étang et protéger ses habitants. Le monde des eaux s'est emparé de ce modeste petit coin, il s'y développera à son aise, si la main ravageuse de l'homme ne vient pas l'y troubler dans ses travaux d'irrigation des prairies.

Observateur attentif et persévérant, venez de temps en temps dans ce lieu inconnu, loin des bruits du village voisin, étudier la nature dans ses révélations, échappant à ceux qui sont étrangers aux merveilles que révèle le microscope. A chaque saison, les Conferves changeront d'aspect, les unes seront en décroît, quand d'autres feront leur apparition au détriment de celles qui sont plus avancées, et réclameront leur place au soleil qui réchauffe la surface. Elles vivent au milieu de plantes aqua-

tiques de plus grande taille, qui leur prêtent

Fig. 35. — Mousse aquatique. *Sphagnum cymbifolium.*

leur appui contre les accidents nuisibles à leur fragilité, comme les humbles graminées re-

herchent un abri auprès des arbres dans les orêts. Les *Sphagnums* étendent leurs longs ameaux pour qu'elles puissent y suspendre eurs filaments. Les *Prêles* couvrent les rives, n ombrageant de leurs singulières feuilles les ndroits que choisiront de préférence les Diaomées et les Mousses. Quand l'été, faisant vaporer l'eau au bord de laquelle nous nous ommes arrêtés, laissera à sec le fossé, que le ond ne présentera plus qu'une épaisse couche isqueuse et nauséabonde, la vie persistera ncore, les plantes et les animaux fussent-ils out à fait desséchés. Au prochain orage, si e ruisseau voisin, gonflé par une crue rapide, ient y déverser son trop-plein, la vie suspenlue reprendra son cours; les graines, les invisibles séminules, sont là pour propager l'esèce. Plus tard, quand, à l'automne, les vents l'équinoxe remueront de leur souffle impéueux ce cher fossé, étudié pendant la belle aison, les petites vagues feront fuir les aninalcules vers le fond et pousseront les déicates plantes flottantes dans les anses op-

posées au vent dominant ; elles s'y entasseront en paquets, en agglomérations énormes par rapport à leur nombre. La tempête dans ce verre d'eau une fois apaisée, elles recommenceront encore à végéter jusqu'aux premiers froids de l'hiver, où alors elles tomberont au fond.

Toutes les eaux n'ayant pas d'écoulement, qui sont exposées au soleil et en plein air, se couvrent promptement à la surface d'une mousse verdâtre, apparaissant principalement au retour de l'été. Malgré le caractère un peu repoussant de cette mucosité, à cause de sa viscosité verdâtre et sale, recueillez-la pour l'examiner au microscope. Rien n'est plus facile à préparer, il n'y a qu'à disposer des paquets très-minces, de simples mèches, les plus petites possibles, sur le porte-objet et à les recouvrir d'un verre mince. On verra que cette mousse est un végétal aquatique parfaitement organisé. Ce sont des filaments silico-gélatineux, membraneux, doués d'une certaine résistance et noyés dans une gangue mucilagi-

ceuse qui les coagule les uns aux autres ; ils n'ont ni racines ni tiges, ils flottent et poussent dans l'endroit où a été disposé au hasard un premier germe ; ils peuvent même renaître

Fig. 36.

après avoir été desséchés pendant tout l'hiver ou pendant une période de sécheresse qui met le fond du lac à découvert. On remarque que la série de tubulures soudées les unes

aux autres est garnie d'une matière verte ; elle est disposée autour des filaments tubulés, en ponctuations alignées en hélice. Cette matière est l'endochrôme ; elle a valu, par sa disposition, le nom de *Spirogyra* à ces singulières Conferves. Cette matière, si régulièrement ré-

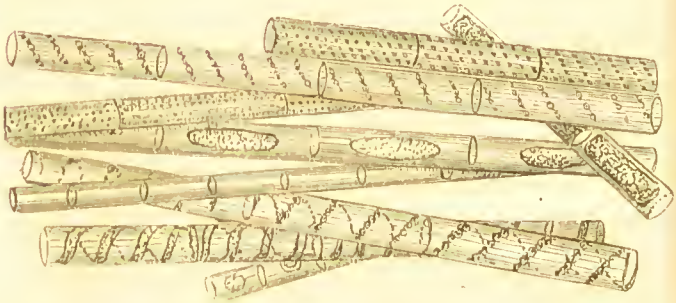


Fig. 37. — *Spirogyra*. Modes différents de répartition de l'endochrôme sur les filaments tubulés.

partie à certaines époques, est soumise à des modifications suivant les saisons. Si l'on établit une comparaison entre ces jolies petites Conferves et l'immensité de l'envahissement des eaux stagnantes par leurs énormes masses flottantes, on concevra toute la vigueur de leur multiplication. Ces Conferves prolifères

sont en abondance telle, que certains lacs en sont couverts. A une époque, dans le lac de Saint-Gratien, près Paris, les eaux disparaissent sous cette Conferve; nous avons vu certains endroits de la petite rivière de l'Yères, près de son embouchure, qui en étaient recouverts au point de gêner sérieusement le passage en canot.

Cette rapide multiplication a pour cause le double mode qui la régit : il est cependant d'accord avec tous les autres végétaux pour leur reproduction ; comme eux, les Spirogyra se propagent au moyen de la graine, représentée ici par l'endochrôme ; mais au lieu que les cellules s'agglomèrent en masse comme dans les Phanérogames par exemple, pour former des branches et des feuilles, les cellules s'emboîtent les unes dans les autres sur une seule ligne, s'allongeant ainsi indéfiniment, simultanément des deux bouts. Pour se rendre compte de la propagation rapide des Spirogyra, on en met quelques filaments dans une soucoupe que l'on expose au vif soleil

d'été ; en vingt-quatre heures, si la température est convenable, l'eau en sera entièrement couverte. Bien des amateurs d'observations microscopiques ont passé indifférents à côté de ces végétations élémentaires si communes, mais aussi si curieuses, sans soupçonner qu'il y avait là tout un sujet d'intéressante observation facile à faire. Ce fut Micheli qui, le premier, découvrit ces Conferves ; il vit l'emboîtement constant d'un germe dans un autre. Réaumur reprit ces observations, et étudia la matière endochromique, sans pouvoir tirer de conclusions certaines.

La conjugaison. — Les Spirogyra sont fréquemment mélangés avec d'autres Conferves de même nature ; dans le mucilage nagent des Oscillariées dont nous avons vu précédemment la motilité ; des Nostocs, qui ont beaucoup de ressemblance comme constitution ; ce que l'on y rencontre dépend beaucoup de la saison et de la manière dont on fait sa collection. La surface présente des sujets de moindre

intérêt qu'un peu au-dessous. On voit des filaments tubulés présentant le fait curieux de soudure entre eux ; ils sont reliés deux à deux par un appendice cellulaire enté à angle droit sur le milieu d'une cellule ; ils conservent ainsi, au moyen de ces petits étuis, un rigou-

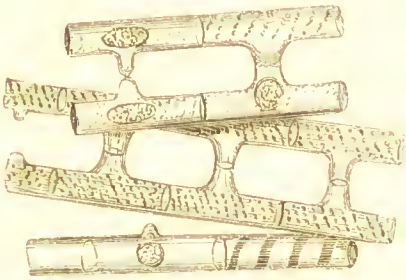


Fig. 38. — *Spirogyra*. Exemples de *Conjugaisons* parvenues à différents termes.

reux parallélisme scalariforme. A cause de cette intime liaison, on leur a donné le nom de *Conjuguées* ou *Zygnémées*.

On a regardé ce fait comme constitutionnel d'une part, et comme sexuel de l'autre. D'après la majorité des observateurs, il y a lieu de regarder les Conjuguées comme des

Spirogyra. La reproduction ne paraît pas se faire autrement que par l'endochrôme ; la soudure d'articles entre eux est un cas particulier de la croissance cellulaire. Suivons cette formation : il apparaît d'abord une petite cornicule auprès d'une masse sphérique d'endochrôme ; en même temps, juste en face et à l'opposé, il en pousse une autre toute pareille ; toutes deux ensuite se rapprochent jusqu'à ce que les deux extrémités viennent à se toucher par le sommet. Au bout de quelque temps de contact, la soudure s'opère avec précision, et les deux cellules finissent par n'en faire plus qu'une seule transversale raccordant les deux filaments, sans trace d'articulation, avec un exact parallélisme. La soudure n'a pas toujours lieu à angle droit ; dans une espèce particulière, les Mougeotia, le filament s'infléchit en courbe, et vient adhérer au filament jumeau. Dans chaque circonstance, l'endochrôme conserve toujours une disposition symétrique ; quelquefois, sur le même filament, il affecte des dessins variés et est parsemé de

sporanges. Ils atteignent de grandes longueurs, difficiles à déterminer, car on voit rarement les extrémités, où ils se rompent sans qu'on puisse en avoir un indice certain.

Fig. 39. — Le bord du fossé.

Ce qu'on voit sur un brin de roseau. — Les Conferves microscopiques végètent généralement en parasites sur toutes espèces de corps flottants, quels qu'ils soient. Elles sont trop délicates pour se suffire à elles-mêmes ; la moindre agitation de l'eau, le plus léger remou

causé par le courant, seraient pour elles une cause de destruction. La prévoyante nature a pourvu à leur sécurité en les fixant sur d'autres corps séjournant dans l'eau comme eux, tantôt inertes, tantôt vivants, par une sorte de membrane très-mince et en même temps très-résistante. On peut dire avec vérité qu'il n'y a pas de corps immergés dans les fossés qui ne soient revêtus de ces sortes de chevelures microscopiques d'apparence limoneuse, dans lesquelles on découvre une infinité de Conferves, parfois très-variées; les roseaux, les feuilles de nénuphars, les châtaignes d'eau, les brindilles de bois mort en sont recouverts. Elles se localisent, dans certains endroits,

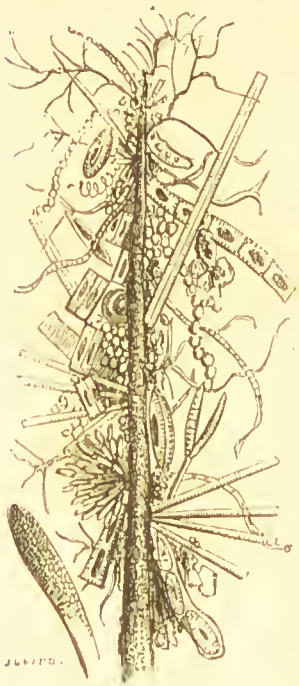


Fig. 40. — Effet de parasitisme sur un brin de roseau immergé.

comme les végétaux aériens supérieurs. Dans un même cours d'eau, les espèces varient beaucoup selon les endroits.

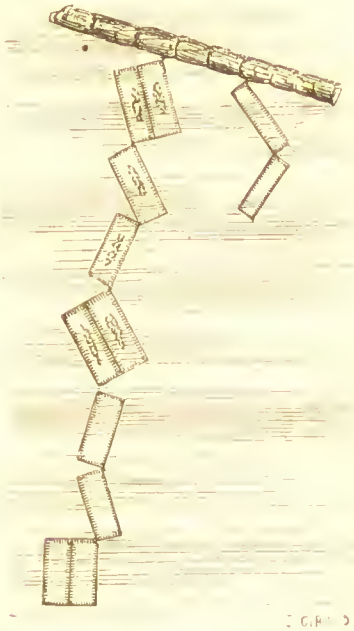


Fig. 41. — Diatomées procédant de déduplication (*Diatoma vulgaris.*)

En examinant partiellement ce qui est représenté dans la fig. 40 pour donner une idée de ce groupement, nous trouvons au

premier abord les inévitables Spirogyra abondant partout ; dans les interstices se sont logés des corps ronds, des Algues unicellulaires ; dans un endroit laissé libre, un buisson de Navicules est venu se grouper ; elles sont souvent si petites qu'il en faudrait un mille pour couvrir un centimètre carré. On remarque aussi en grande abondance des corps géométriques, placés selon les façons les plus étranges, ce sont des Diatomées, classe de Conferves exubérante de fécondité, merveilleuse par ses formes et par son étonnante reproduction. Elles sont généralement liées les unes aux autres par une membrane résistante et pendent ainsi en chapelets par l'extrémité de l'angle inférieur (*Diatoma vulgaris*). Les Desmidiacées tiennent une position intermédiaire entre les Diatomées et Conferves filamenteuses ; elles sont facilement reconnaissables à leurs formes régulières, reconvertes en partie par un bel endochrôme vert ou jaune ; elles subissent de nombreuses métamorphoses.

Fig. 12. — Conferves parasites etc. sous une lentille d'eau (*Lemna*).

C'est surtout sous les Lentilles d'eau (Lemna) qui flottent à la surface des mares ombragées, où elles forment un beau tapis vert, que s'attachent une multitude de Conferves microsco-

Fig. 43. — Diatomées appendues aux ramules d'une Conferve (*Isthmia nervosa*).

piques ; elles sont appendues sous ces feuilles et produisent un inextricable enchevêtrement, petite forêt dans laquelle fourmillent des multitudes d'Infusoires qui se logent et vivent dans les interstices.

Les Diatomées choisissent quelquefois des plantes aquatiques, aux ramules desquelles elles s'attachent ; ce qui, à première vue, les ferait prendre pour des fruits de la plante, tant elles paraissent en faire partie intégrante ; mais en examinant avec attention, sous un fort grossissement, les points de soudure, on n'y reconnaît d'autre alliance avec la plante qu'un point de contact déterminé par une membrane transparente adhérente. Dans cet exemple d'Isthmia (fig. 43) on remarque que les Diatomées sont parasites les unes sur les autres, elles appendent par séries reliées entre elles, comme émanant des ramules de la Conferve.

La multiplication par fragmentation. — Les Diatomées n'ont aucune ressemblance avec les autres Algues ; elles consistent en une seule cellule, n'ayant qu'une seule frustrule composée de silice, qui subsiste quand le tissu organique a péri ; on suppose que cette silice est déposée à l'extérieur de la membrane organique par cristallisation ; la carapace est

couverte d'une pellicule dilatable contenant elle-même de la silice, du fer et de l'alumine, ainsi que le feu et les réactifs le mettent en évidence. Smith regarde l'épiderme siliceux comme des modifications du silex de la valve, provenant du mode de développement; Nægeli considère la silice de la membrane organique comme étant de nature végétale.

Les Diatomées et beaucoup de Conferves se multiplient, comme les Protozoaires et les Polypiers, par simple fragmentation; un fragment pris au hasard peut donner naissance à un individu pareil à celui auquel il a été pris. Les longs rubans que l'on voit nager avec d'autres Conferves sont des Diatomées du genre Nitzschia; ils sont garnis d'endochrôme sur leurs stries, qui ne sont autres que les lignes de séparation, suivant lesquelles la fragmentation se fera au

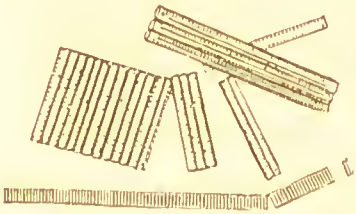


Fig. 41. — Exemple de multiplication de Diatomées par fragmentation (*Nitzschia baccillifera*).

moment de la maturité. Chaque sujet ainsi pro-
réé et devenu libre, pourra donner naissance
un autre semblable. Dans quelques genres

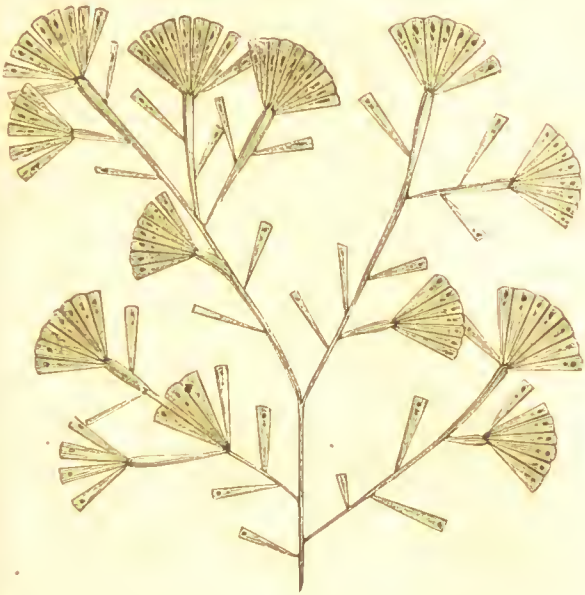


Fig. 15. — Diatomée : *Licmophora splendida.*

le Bacillaria, au lieu de se détacher latéra-
ement, comme nous en avons vu des exem-
les dans le *Diatoma vulgaris*, dans l'*Isthmia*
ervosa, et rester suspendues par un angle

membraneux, elles peuvent glisser en avant et en arrière parallèlement sans se quitter, à moins de rupture. Elles restent adhérentes, tout en subissant ce mouvement, et conservent leur endochrôme. Dans certaines espèces, comme les Biddulphiées, la faculté procréative a lieu par déduplication de chaque côté d'un anneau du milieu.

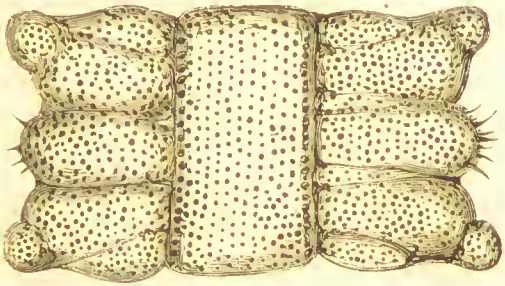


Fig. 47. — Diatomée : *Biddulphia puchella* ayant la propriété de se procréer par déduplication.

Les Parasites des Algues marines. — Dans l'eau de mer, comme dans l'eau douce, le parasitisme des Conferves se produit de même : les plantes fragiles cherchent aussi l'appui des plus grandes. Elles se fixent sur les corps de toute nature, même sur les écailles de pois-

sons. La récolte, pour être fructueuse, doit se faire dans les flaques d'eau salée stagnante, telles que les bassins de dépôts des eaux-mères des marais salants, dans les petites expansions d'eau, où les flots du large ne gênent pas leur croissance, dans les creux de rochers, ou encore à l'extrémité des laisses de basse mer aux marées d'équinoxe. On doit éviter les plages vaseuses; elles ne sont ni bonnes pour l'exploitation, ni fertiles, et les Algues sont couvertes de limon ; les côtes rocheuses sont meilleures. Sur le littoral de l'Océan, on peut citer les parages de Granville, les côtes du Calvados, comme assez riches. Quand on explore un endroit pour chercher des Algues microscopiques, on fait en sorte de recueillir celles qui s'attachent à toute espèce de matières, on les dépose sur du papier sans trop les laver, ou on les laisse sécher à l'air libre et à l'ombre, pour en former une sorte d'herbier qu'on examine plus tard en détail au microscope. Si l'on veut se rendre compte, sur place, de la valeur algologique de ce qu'on

vient de ramasser, on peut en déposer quelques fragments sur une lamelle de verre, que l'on étudie avec le Stanhope, instrument très-portatif, et suffisant aux observations sur place, pour ce genre d'étude.

On rencontre ainsi une multitude de petits

Fig. 48. — Végétations parasites sur les Fucus. (Diatomées etc.)

Polypiers, des Polysiphoniées, des Plocamiums, de petites Flustres, et des fragments de toutes les Algues de la mer. Au milieu de ce chaos, dominent les Diatomées; celles que l'on trouve dans l'eau salée sont plus belles

que celles d'eau douce. Elles croissent en telle abondance que par le nombre, dont on ne peut se faire une idée, elles donnent une coloration aux parages où elles existent. Hooker rapporte avoir vu des blocs de glace volumineux entièrement recouverts de Diatomées, qui apparaissaient sous forme de poussière jaunâtre. Il mentionne aussi un dépôt de boue, observé sur la côte Victoria, qui était coloré par leur présence, sur une longueur de 400 milles.

Merveilleuse perfection dans les plus infiniment petits des végétaux. — Les Diatomées marines sont remarquables par la régularité de texture de leur carapace, aussi les emploie-t-on en micrographie comme *test-objets ;* elles servent à essayer les objectifs ; pour se rendre compte du système lenticulaire qui les compose, il faut examiner avec des *objets d'épreuve*, parfaits dans leur petitesse, dont tous les détails doivent ressortir nettement. Les Diatomées marines les plus usitées à cet effet sont les Pleurosigma (*P. angulatum*, *P. quadratum*,

P. balticum, *P. attenuatum*, *P. formosum* etc.) ; les lignes de ponctuations, ou protubérances, sont très-rapprochées les unes des autres ; celles du *P. angulatum*, mesurées sur des photo-micrographies, ont $0^{mm},00050$ de distance ; celles du *P. balticum* ont $0^{mm},00080$. La

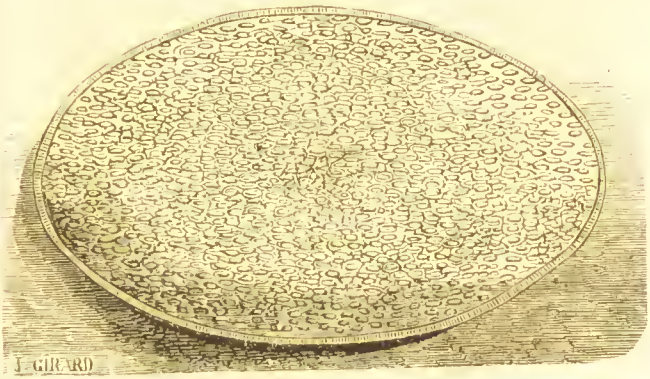


Fig. 49. — Diatomée : *Coscinodiscus centralis*, vue en perspective.

disposition régulière de ces saillies, dans une matière silico-gélatineuse, se traduit par des ombres linéaires ou circulaires provenant des seuls effets d'interférence des rayons lumineux de l'éclairage. Ceci est surtout sensible en photographie. En outre des Pleurosigma, beau-

coup d'autres Diatomées marines peuvent être employées dans le même but; les Gramma-

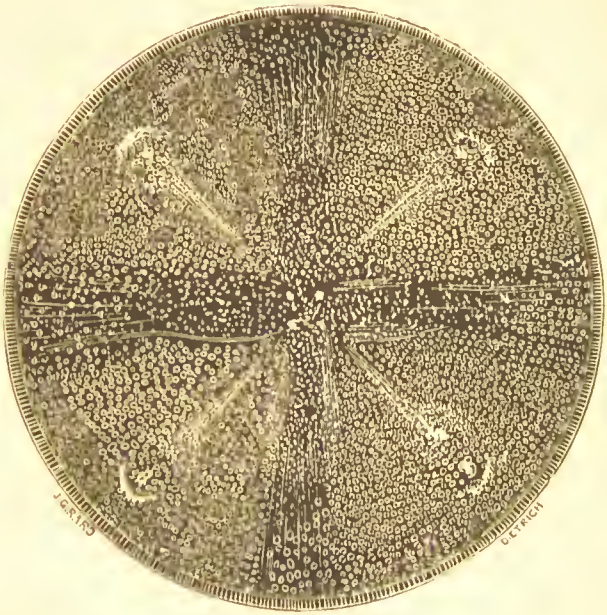


Fig. 50. — Diatomée discoïde : *Aulacodiscus Brigwilii*. La surface ondulée produit un effet cruciforme.

tophora, notamment le *G. subtilissima*, constituent des *tests* tres-difficiles à résoudre; les Arachnoïdiscus, discoïdes réguliers, sont très-jolis; chez les Coscinodiscus, les cellules

hexagonales, ou les ponctuations, sont aussi d'une merveilleuse symétrie. Sur un *C. centralis* nous avons compté, d'après une épreuve photo-micrographique, 22,000 cellules, et sur un *Arachnoïdiscus Ehrenbergii*, 13.000 cellules. Sans le secours rigoureusement exact de ce moyen, l'expérience eût été impossible.

Toutes les Diatomées ne possèdent pas les qualités nécessaires pour fournir de bons *tests* à la micrographie expérimentale; les unes sont bombées comme les Aulacodiscus; les autres ont leurs frustrules situées sur différents plans, comme les Héliopelta; on en rencontre qui sont à plusieurs séries d'ondulations, comme les Amphitéatras, les Campylodiscus etc. Il faut qu'elles soient rigoureusement plates, que la texture ne soit ni trop épaisse ni trop transparente, et qu'il y ait une uniformité constante. Les objectifs faibles sont moins difficiles à bien réussir que les objectifs forts; aussi doit-on ne prendre ces derniers qu'après un examen sérieux de leur valeur essayée sur de bons *tests*. Pous suppléer à l'imperfection

des *tests* naturels, on a recours à des lignes très-fines tracées sur verre (tests de Nobert); dans le 30e groupe de ces stries on en compte 3544 dans l'espace d'un millimètre.

Le montage sur verre, ou préparation des Diatomées, est un des plus faciles en micrographie; il n'exige que du soin. On les détache des objets auxquels elles ont adhéré en parasites; quand on agite ces objets dans l'eau pure, il se forme un dépôt que l'on lave d'abord, et qu'on fait ensuite bouillir à l'eau additionnée d'acide nitrique, afin d'enlever l'endochrôme qui pourrait exister, ou les matières agglutinatives qui les accompagnent généralement. Le lavage bien exécuté à plusieurs eaux donne un dépôt de Diatomées pures; on les recueille dans un flacon. Pour les préparer, on en dépose avec une tige quelconque une goutte très-légère sur la lamelle de verre, où on la

Fig. 51. — Diatomées discoïdes empilées.

laisse sécher. Pour terminer, on a recours à deux procédés divers : si le sujet manque de translucidité, on met du baume de Canada que l'on comprime avec un verre mince de recouvrement; si au contraire, on le juge devoir être trop transparent ainsi préparé, on se contente de former autour du dépôt séché, une cellule également recouverte d'un verre mince, protecteur de la poussière et d'autres causes d'altération.

CHAPITRE III.

PETITES CAUSES... GRANDS EFFETS.

Les infiniment grands résultent des infiniment petits. — Ce sont les recherches micrographiques qui ont permis de découvrir que les causes ignorées des grands effets dans l'ordre de la nature, avaient pour origine des faits autrement insaisissables. Nous avons vu dans le travail des Polypiers dans l'Océan, combien est immense le résultat de leur agrégation ; ils construisent des îles entières, eux qui sont presque invisibles ! Des animalcules microscopiques, répandus par bancs énormes à la surface des mers, produisent l'étonnant phénomène de la phosphorescence. Des insectes, dont les larves sont cachées dans la terre, éclosent à un moment donné, et ravagent des contrées couvertes de récoltes. Un petit ver s'introduit furtivement dans le bois de la co-

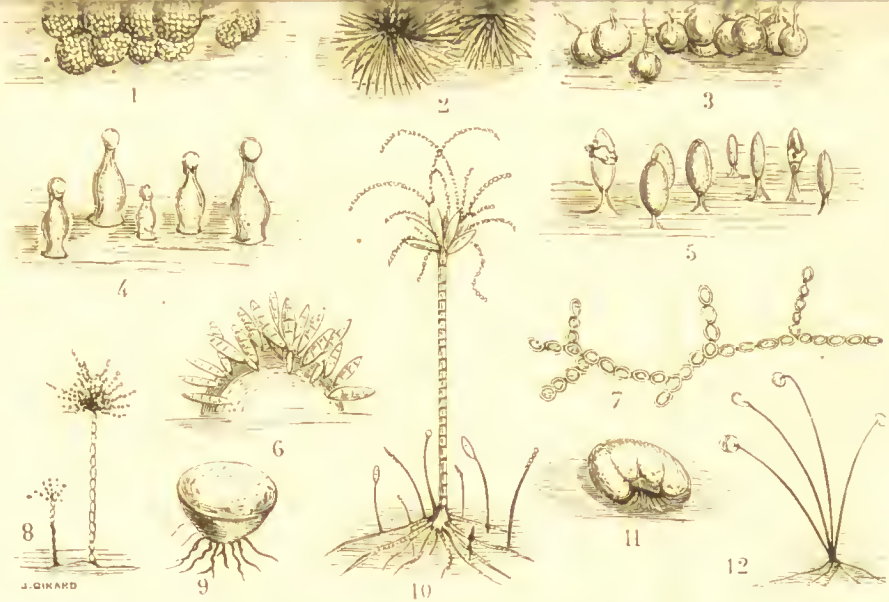


Fig. 52. — **Moisissures.** VÉGÉTATIONS MICROSCOPIQUES : 1. *Cucurbitaria cinnabarina.* 2. *Actinothyrium graminis.* 3. *Stillulum tomentosum.* 4. *Sphæronema tubulatum.* 5. *Arcyria punicea.* 6. *Exosporium tiliæ.* 7. *Torulea casei.* 8. *Aspergillus penicillatus.* 9. *Scleroderma cepa.* 10. *Penicillium verticillatum.* 11. *Dacrymyces stillatus.* 12. *Ascophora mucedo.*

que des navires, les ronge sans qu'on ait aucun indice, et le bâtiment sombre, entraînant avec lui dans l'abîme des centaines d'êtres humains. Dans notre propre corps, des entozoaires s'y glissent, et causent des désordres affreux, sans qu'on puisse soupçonner leur origine. Des champignons infiniment petits, doués d'une étonnante force de multiplication, détruisent par leur parasitisme les végétaux nécessaires à notre alimentation ; la vigne est atteinte de l'*oïdium*, le blé de la *nielle*, la pomme de terre du *peronospora*.

Dans la vie aquatique, les résultats des infiniment petits se font sentir avec une énergie encore plus grande que dans la végétation et dans l'animalité aérienne. Des Algues unicellulaires, ayant à peine quelques centièmes de millimètre de diamètre, sont répandues en telle abondance dans certains étangs qu'elles les colorent entièrement. Tels sont les Protococcus, les Hæmatococcus qui se développent immergées dans l'eau, et même là seulement où il y a de l'humidité. De Saussure fut sur-

ris de voir dans les Alpes de la neige colorée en rouge pourpre; en regardant au microscope quelques échantillons après liquéfaction dans l'eau, il découvrit une grande quantité de très-petits globules séparés, contenant un liquide intérieur rouge, d'où sortaient d'autres petits globules semblables aux premiers; c'était l'*Hæmatococcus sanguineus*. Dans la mer de Baffin, le capitaine Ross vit une étendue de plusieurs kilomètres carrés colorée par une Algue unicellulaire semblable, dont l'épaisseur était très-forte en certains endroits. Les pluies de sang, de soufre, qui ont étonné des populations entières, n'étaient que le résultat de la dispersion de grains de pollen ou de sable, enlevés au loin par des trombes de vent. C'est ainsi qu'on a reconnu que le *sirocco*, qui souffle sur l'Italie, n'est autre qu'une suite des vents du désert. Du papier mouillé exposé à ce vent présentait, au bout de quelques minutes, un assez grand nombre de points rougeâtres, reconnus au microscope comme identiques aux grains de sable du Sahara. En

1827, il tomba en Asie-Mineure une pluie de graines, qui couvrit la terre de plusieurs centimètres d'épaisseur ; les échantillons examinés furent reconnus pour appartenir à la famille des Lichens.

Coloration des eaux. — Les voyageurs ont observé dans les mers tropicales l'étonnante translucidité de l'eau de mer ; le fond est nettement visible à des profondeurs qui dépassent quelquefois cent mètres ; on voit alors, en se plaçant dans un éclairage convenable, le lit de la mer couvert d'herbes, de coquillages, de Madrépores ; on pense que, dans ces endroits, où l'eau est d'une si belle transparence, l'obscurité complète ne doit commencer qu'à la profondeur de 300 mètres. Beaucoup de causes diverses concourent à donner à l'eau des teintes différentes. Dans les mers des zones tempérées, elle est assez variable selon l'état du ciel et de la saison. Dans les grandes profondeurs, elle a une belle couleur bleue, se modifiant à l'approche des rivages par la lumière que renvoie

épaisseur de la masse liquide, suivant l'inci-
ence de l'éclairage par rapport au spectateur.
orsque le ciel est pur, elle paraît d'un beau
eu, elle est limpide ; elle a, au contraire, un
pect sombre avec un ciel chargé de nuages.

A côté des colorations dont le résultat est
ttribué à des causes physiques, il en existe
autres qui sont accidentelles, et les change-
ents subits de teintes dus à des matières or-
aniques tenues en suspension dans l'eau. La
rande puissance de reproduction de ces petites
lgues élémentaires joue un grand rôle dans
coloration ; c'est de là que sont venus les
oms de mer Rouge, mer Jaune, mer Ver-
eille etc. ; l'eau de ces mers contient une in-
nité de corpuscules, considérés alternative-
ent comme frai de poisson, comme animal-
ules, comme Algues microscopiques. Plusieurs
ces d'Irlande doivent leur coloration à l'enva-
ssement général d'une espèce de Protococcus ;
rise en petite quantité, cette eau n'a rien de
articulier ; il est nécessaire qu'elle soit en
appes de vaste étendue pour produire un effet

général intense. Selon M. Collas, les eaux bleues du lac de Genève, les eaux de la Dhuis etc., donnent à l'analyse environ huit centigrammes de silice par litre. C'est de l'hydrate de silice à l'état d'extrême division sur lequel s'exerce le phénomène de la polarisation. Cette matière est due probablement à la quantité de Diatomées contenues dans l'eau. D'autre part, en soumettant la diatomine, ou le liquide en contenant en grand nombre, à l'analyse spectrale microscopique, on a reconnu que le spectre était identique à celui de la chlorophylle. Dans la ville de Guatémala, plusieurs ruisseaux sont colorés d'un rouge vif, dû à la quantité de végétaux élémentaires qui y séjournent. C'est la même cause qui donne à la mer de Chine un ton rouge et jaune alternativement ; dans certaines places où la végétation a le plus de vigueur, l'une ou l'autre coloration est beaucoup plus intense. Sur la côte de Coromandel, M. du Tilleul raconte que la mer parut couverte de sang pendant plusieurs jours, aussi loin que la vue pouvait s'étendre.

Cet exemple, n'ayant été observé qu'alternativement, laisse à supposer qu'à une certaine époque ces agglomérations végétales fleurissent, ou qu'il y a une modification de leur teinte colorante, car la teinte générale n'offre pas une fixité assez grande pour se relier aux détails de leur organisation. Trois teintes dominent : le vert, l'olivâtre et le rouge. Darwin reconnut encore, dans les parages des îles Abrothes, que la mer était entièrement colorée en rouge par une Conferve microscopique informe ; plus tard, revenant au même endroit, il revit encore le même effet au cap Lecuwin, et depuis les navigateurs ont affirmé son assertion.

Les colorations sont pour la plupart uniformes d'intensité, dans l'étendue des parages où elles se produisent ; on a cependant divers exemples qui font exception à cette règle de répartition. Le lac Morat, en Suisse, *fleurit* à chaque printemps, comme disent les pêcheurs ; alors se montrent de longues lignes rouges parallèles entre elles, et quelquefois des zones

concentriques suivant les contours du rivage ; l'eau examinée par M. de Candolle a été reconnue contenir, pour auteur de cette coloration l'*Oscillatoria rubescens*. Les stratifications ou zones équidistantes paraissent dues plutôt à une cause physique que végétale ; le vent, la nature du fond ou la lumière peuvent y jouer un rôle simultané. Sir John Herschel a observé en Angleterre, à la surface des eaux tranquilles, des faits de coloration fluorescente, de forme géométrique, qui s'illuminaient par moments d'une vive lumière.

La fluorescence de l'eau est différente de la phosphorescence, car elle ne paraît pas avoir pour origine une cause animale ; elle peut être due à des Conferves qui prennent des teintes différentes suivant la lumière du jour. On désigne sous le nom de *phycochrôme* la matière indéterminée qui en est la cause.

La Mer Rouge. — Nulle part la rubéfaction n'a été observée avec autant d'intensité que dans la mer Rouge. Célèbre aujourd'hui par le

trait d'union du canal de Suez, le golfe Arabique est désigné, dans les livres saints, sous le nom de *mer des Algues ;* dans la traduction des Septante, on adopta le nom de *mer Érythrée,* emprunté aux écrits d'Hérodote, qui l'appliquait au golfe Arabique tout entier et même à une partie du golfe Persique. Le nom de mer Rouge a prévalu chez les anciens géographes, et l'on retrouve encore sur les cartes du moyen âge le golfe Arabique teinté en rouge brique. Le micrographe Ehrenberg, voyageant dans la péninsule sinaïtique, vit, à Thor, ce phénomène dans toute sa splendeur. Il avait dressé sa tente sur le rivage, quand, étonné de la coloration de l'eau, il en puisa et observa au microscope de petites Algues fasciculées que l'on pourrait comparer à des paquets de cigares (fig. 53).

« Le 10 décembre, dit-il, je vis à Thor le surprenant phénomène de la coloration en rouge sang de toute la baie qui forme le port de cette ville. La haute mer, en dehors de l'enceinte des coraux, conservait sa couleur or-

dinaire ; les courtes vagues d'une mer tranquille apportaient sur le rivage, pendant la chaleur du jour, une matière mucilagineuse d'un rouge de sang et la déposaient sur le sable ; en sorte que, dans l'espace d'une demi-heure, toute la baie, à marée basse, fut entourée d'une ceinture rouge de plusieurs pieds de largeur. Je puisai de l'eau avec des verres, et je les emportai dans une tente que j'avais près de la mer. Il fut facile de reconnaître que cette coloration était due à de petits flocons à peine visibles, souvent verdâtres, quelquefois d'un vert intense, mais pour la plupart d'un rouge foncé. Toutefois l'eau dans laquelle ils nageaient était parfaitement incolore. J'observai la matière colorante au microscope ; les flocons étaient composés de petits faisceaux de filaments d'une Oscillatoire. Ils étaient fusiformes, avaient rarement plus de deux millimètres de grosseur, et étaient contenus dans une sorte de gaîne mucilagineuse. Pendant que le soleil était à l'horizon, ils se maintenaient à la surface de l'eau, dans les verres

que j'avais apportés; mais, pendant la nuit, quand j'agitais le verre, ils en gagnaient le fond; quelque temps après, ils remontaient à la surface de l'eau. Le phénomène de la coloration de la mer Rouge ne fut pas permanent. Je l'observai trois fois, les 25 et 30 décembre 1823, et le 5 janvier 1824. »

Plus tard, en 1843, des échantillons de substances recueillies dans la mer Rouge furent communiqués à l'algologue Montagne: il reconnut que ce n'était pas une Oscillatoire, mais bien une espèce d'Algue fasciculée, avec des filaments articulés et juxtaposés, pouvant se développer parfaitement en flottant à la surface de l'eau. Il lui donna le nom de *Thrichodesmium Ehrenbergii*.

Fig. 53. — *Thrichodesmium Ehrenbergii*. Algue fasciculée produisant le phénomène de la coloration de la mer Rouge.

TROISIÈME PARTIE.

LA MICROGÉOLOGIE.

CHAPITRE PREMIER.

LE FOND DE LA MER.

Connaissances actuelles sur le lit des mers. — On s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps d'étudier le lit de la mer; cette question peu connue semble devoir, non pas se résoudre, mais s'élucider un peu, au fur et à mesure que les appareils de sondage se perfectionnent et qu'on veut bien consacrer du temps à cette reconnaissance. Pour avoir un simple document, pour extraire avec la sonde quelques échantillons qui tiendraient dans le creux de la main, il faut des dépenses considérables, pour se transporter sur les lieux, et être muni d'appareils spéciaux. Les travaux préparatoires exécutés pour la pose des câbles électriques, demandant des sondages préalables, ont beaucoup concouru à faire

connaître quelques faits sur la nature de la composition de certains endroits.

Dans les opérations ordinaires de sondages par de faibles profondeurs, on fait usage d'une longue tige de fer attachée à l'extrémité d'une ligne, et dont l'extrémité, de forme concave, est garnie de suif pour s'empreindre d'échantillons du fond. Pour les sondages dans des profondeurs de 2500 à 3000 mètres, on emploie la sonde de Brooke; le poids qui entraîne la ligne est habituellement un boulet de 29 kilogrammes, traversé, suivant son diamètre, par une tige munie d'un déclic à sa partie supérieure, et auquel la ligne est fixée par une patte d'oie; le boulet est porté par les deux points inférieurs du déclic pendant la descente; au choc du boulet sur le fond, il se renverse. La partie inférieure de la sonde se garnit de fragments que le *hasard* lui fait rencontrer sur le fond. Ayant ainsi quelques données assez problématiques sur la constitution superficielle du fond des mers, on a cependant pu jeter des bases élémentaires d'une topo-

54. — Sondages exécutés dans la rade de Hong-Kong (Chine). Formations coralles, spicules d'éponge, concrétions calcaires etc. (communiqué par M. de Folin, cier de marine).

graphie sous-marine approximative, dont le relief paraît être proportionné à celui de la terre. On ne peut, du reste, qu'accorder une valeur problématique aux sondages qui dépassent les limites ordinaires, car les poids sont facilement entraînés par les courants, causes fréquentes d'erreur dans les évaluations.

Les sondages faits dans le but d'étudier la nature superficielle du sol sous-jacent ne ramènent en grande partie que des matières amorphes, des débris de roches, du sable vasard, des herbes dans les fonds moyens. Dans les grandes profondeurs, où l'action des influences étrangères, telles que les courants, les apports du littoral, la végétation, les accumulations de sédiments, est nulle, on rencontre un sous-sol tel qu'il a été primitivement formé. Les rares échantillons qui ont vu le jour y ont démontré l'existence de la vie conchyliologique microscopique. Mais la géologie, cette science nouvelle, n'a encore que des renseignements trop vagues, pour se prononcer sur la constitution générale du lit des mers.

Les résultats des sondages. — Les quelques spécimens que l'on recueille peu à peu, laissent voir le vaste champ ouvert aux recherches futures. Ce n'est qu'avec un nombre considérable d'observations isolées, mais qui au besoin peuvent être coordonnées, que l'on parviendra à avoir des notions plus exactes. Les

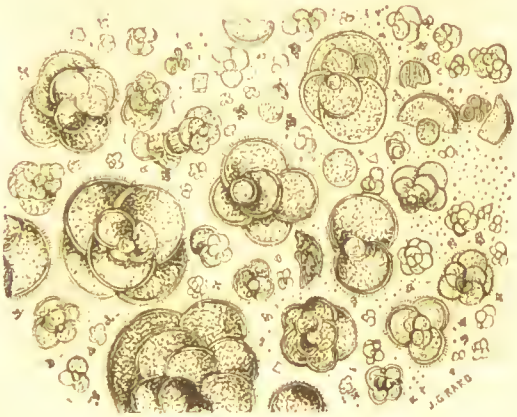


Fig. 55. — Spécimen du fond de l'Atlantique, à 3000 mètres de profondeur. Sondages exécutés dans les parages du «Gulf-stream» par l'expédition du «Bibb.» — *Globigérinées.*

hypothèses mythologiques et les conjectures sur les régions sous-marines et antédiluvien-

nes n'ont certes pas manqué depuis les anciens; aujourd'hui on sait que le lit des mers profondes, exempt de toute perturbation, consiste souvent en une vase fine, renfermant une quantité de coquillages, de microscopi-

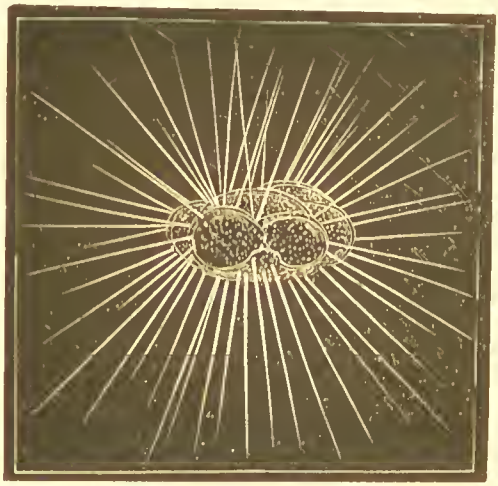


Fig. 56. — Foraminifère cilié : *Rosolina globularis* restauré.

ques, appartenant aux formes les plus élémentaires revêtues par la vie animale; ils ont retenu pour la plupart des parties notables de la substance constitutive du corps de leurs habitants. Au milieu de l'Atlantique, entre

l'Europe et l'Amérique, le fond forme une étendue de grande surface, nommée le *plateau télégraphique*, composée d'une vase molle, dans laquelle existe une multitude de Foraminifères, où l'espèce Globigérinée est prédominante. Il n'est pas douteux que la profondeur de plus de mille mètres, où ils ont été recueillis, est le sol même de la mer; ils ne peuvent avoir été entraînés par les courants des eaux moins profondes, ni avoir vécu à la surface, et de là avoir été précipités, à l'état de cadavres, dans les couches inférieures; l'idée du repos absolu, existant aussi loin de la surface et de toute terre, exclut cette supposition.

La vie animale microscopique domine plus dans la nuit des profondeurs océaniques que la vie végétale, qui a besoin d'être périodiquement stimulée par l'action des rayons du soleil; souvent le lit de l'Océan est composé de couches successives de débris d'écailles calcaires, preuve évidente de l'énergie de la vie organique, dans des conditions toutes différentes de celles de la surface. La vie est un

courant dont les molécules se renouvellent sans cesse; après toutes les périodes de l'accroissement et du déclin de l'individu, la mort ferme le cercle. Dans ce travail de la nature, la matière passe et se renouvelle, tandis que la forme du corps se maintient. Selon la théorie de Dana, les roches qui composent le squelette du globe sont en grande partie formées de débris d'animaux et de végétaux. On sait, en effet, que certaines roches calcaires, siliceuses et carbonifères, ne sont pour ainsi-dire que des conglomérats de débris de coquillages plus ou moins informes. On doit aussi se rappeler qu'il y a des roches d'un gisement profond, qui n'ont jamais dû être en contact avec l'eau, et qui n'offrent, dans leur structure cristalline, aucune trace du séjour d'êtres vivants. Ces roches primitives l'emportent de beaucoup, par leur masse, sur celles de formation secondaire et tertiaire. Cependant il y a lieu de supposer que, dans un certain nombre de circonstances, les végétaux et les animaux, par leurs dépôts innombrables, ont donné lieu

à des formations géologiques importantes ; le charbon pour les végétaux, et les calcaires pour les petits coquillages aquatiques, en sont des exemples certains.

Hypothèses déduites des sondages. — Plus tard, quand on aura accumulé une quantité considérable de spécimens de fonds, on pourra en déduire des notions sur la constitution orographique sous-marine. Ainsi les cartes lithologiques sont des documents qui permettent d'établir une comparaison de la partie immergée, avec celle qui en est voisine.

Pratiquement, les sondages ne sont que peu rémunérateurs des difficultés et du travail persistant qu'ils occasionnent. On ne ramène le plus souvent que des dépôts siliceux informes, bons seulement pour donner une faible notion de l'ensemble du fond ; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on a la bonne fortune de rencontrer ces curieux petits organismes qui révèlent l'existence de la vie sous-marine. Ils fournis-

sent des indications sur le milieu qu'ils habitent, et permettent de baser des théories par voie d'induction. Ainsi que nous l'avons vu pour la vie animale, dans l'océan Pacifique, les roches sont en grande partie le produit du travail des Polypiers; on peut déduire ainsi, par ce qui se passe près de la surface, ce qui existe au fond.

Dans les environs des îles du cap Vert, la sonde a ramené des coquillages dont nous donnons une représentation (Fig. 59); ils sont mélangés à une infinité de concrétions calcaires aux formes arrondies et indécises. Ces corpuscules informes sont de petits conglomérats de carbonate de chaux, qui semblent résulter de la décomposition de tests coquilliers par l'action de l'eau de mer. Il est à remarquer que le fond sur lequel ont été recueillis ces échantillons, est un banc de calcaire en voie de formation, et résultant de leur dépôt en stratifications lentes, mais continues. En supposant qu'on fasse une coupe sur le fond de la mer en cet emplacement, il y a tout lieu de

supposer qu'on trouverait au-dessous de cette couche friable non encore concrétionnée, et dont la sonde a ramené la partie supérieure, d'autres couches plus résistantes, quoique à peu près formées et passées à l'état de roche

Fig. 57. — Sondages exécutés aux îles du cap Vert. Coquilles, Foraminifères et concrétions calcaires de différentes formations.

calcaire. Plus profondément encore, les stratifications seraient définitivement constituées et compactes, sur une épaisseur en rapport avec la durée du travail de sédimentation. L'eau de mer, après avoir coagulé par ses sels les atomes qui s'y sont produits, oblige aussi les

interstices à se remplir par une sorte de cristallisation. L'entassement se produit avec beaucoup de lenteur ; les couches s'accroissent à peine de quelques millimètres par an ; mais ce

Fig. 58. — Spécimen des sondages de Carimata. Foraminifères (communiqué par M. de Folin, officier de marine).

travail incessant a probablement son origine contemporaine des premières époques géologiques. Ainsi, l'on peut supposer que d'épaisses masses de roches se sont édifiées par assises assez importantes, pour avoir produit ces

bancs que l'on exploite pour les constructions. Elles ont émergé, soit par des soulèvements souterrains, soit par le retrait des eaux.

Les géologues pensent avoir découvert un des grands rouages, qui président à la constitution d'une partie de l'écorce terrestre. Elle se serait ainsi formée au fond des eaux, et plus tard, après leur immersion, ces grandes masses de calcaire qui recouvrent le sol de certaines régions seraient restées. Ainsi, à l'époque carbonifère, une seule espèce de Fusilina, inconnue maintenant, a formé en Russie des bancs énormes. Dans le calcaire conchylien, on reconnaît dans certaines provenances toutes les phases du travail de la sédimentation; on peut suivre dans les coupes de ces masses, qui ont plusieurs mètres de hauteur, le développement successif et plus ou moins rapide des coquillages qui y sont entassés. Avec la loupe, on y voit des débris d'animaux et de végétaux microscopiques en plus grande quantité encore que les grands fossiles. Par leurs caractères tranchés, ils éta-

blissent des horizons géologiques qui retracent l'histoire fossile du monde.

Opérations de dragage faites dans les mers au nord des îles Britanniques à bord du « *Lightning*, » par le Dr Carpenter et le Dr Wywile Thomson. — Les importantes propositions suivantes ont été établies :

« I. Les conditions qui prédominent à de grandes profondeurs, quoique essentiellement différentes de celles qui se présentent près de la surface de l'Océan, ne sont pas incompatibles avec la conservation de la vie.

« II. Si nous admettons comme exacte la doctrine de centres spécifiques uniques, la rencontre des mêmes espèces dans des bas-fonds et à de grandes profondeurs, prouve qu'elles ont dû subir impunément la transition d'un ensemble de conditions à l'autre.

« III. Rien dans la nature des conditions qui se rencontrent habituellement à de grandes profondeurs, ne rend impossible à des êtres

accoutumés à y vivre originairement ou par acclimatation de devenir capables de vivre dans des bas-fonds, pourvu que la transition soit suffisamment graduelle ; et par conséquent, il est possible que des espèces qui habitent maintenant dans les bas-fonds aient pu, à des époques antérieures, habiter à de grandes profondeurs.

« IV. D'un côté, les conditions qui se rencontrent habituellement près de la surface de l'Océan peuvent permettre à des organismes de se déposer après leur mort aux plus grandes profondeurs, pourvu que chaque partie de leur structure soit facilement perméable aux liquides. D'un autre côté, les conditions qui se présentent habituellement à de grandes profondeurs ne peuvent pas permettre à des organismes qui sont encore constitués pour y vivre de s'élever à la surface, ou au reste de ces organismes après leur mort, de se rencontrer dans les bas-fonds.

« V. La découverte d'une seule espèce vivant normalement à de grandes profondeurs auto-

rise à conclure que les mers profondes ont leur faune spéciale, et qu'elles l'ont toujours eue dans les périodes antérieures ; et que, par conséquent, plusieurs strates fossilifères, regardées jusqu'ici comme ayant été déposées dans des eaux comparativement peu profondes, ont été déposées à de grandes profondeurs...

« VI. L'ensemble des résultats de ces opérations de dragage a démontré l'exactitude des conclusions déduites d'abord par M. le docteur Wallich des données bien plus restreintes qu'il avait recueillies, relativement à l'existence d'une faune sous-marine abondante et variée, à des profondeurs qu'on avait supposées généralement tout à fait *azoïques*, ou habitées seulement par des animaux d'un type très-inférieur. On a ainsi une réfutation complète de cette doctrine, contre laquelle le docteur Wallich a combattu avec une grande force, qu'une certaine somme de pression barométrique est préjudiciable, sinon fatale, aux formes plus élevées de la vie animale.

« Dans cette question, on avait complétement négligé deux considérations importantes : la première, que la pression n'agit pas sur un animal dont le corps est formé entièrement de parties solides ou liquides de la même manière que sur un animal dont le corps renferme des cavités aériennes ; et la seconde, que, comme les liquides pressent également dans tous les sens, un animal plongé à une profondeur quelconque est tout aussi libre de se mouvoir dans un sens ou dans l'autre que s'il vivait près de la surface...

« Si l'on considère à ce point de vue les actions d'un animal purement aquatique d'une organisation plus complexe, on trouvera, j'en suis persuadé, qu'elles ne sont gênées en aucune façon par la pression du milieu liquide, cette pression n'ayant aucune tendance à altérer, soit la forme générale du corps, soit celle de ses parties les plus molles et les plus délicates, et n'intervenant pas le moins du monde, soit dans les mouvements de ces parties les unes sur les autres, soit dans la circulation

des liquides dans leur intérieur, soit dans les changements moléculaires qui se produisent dans leur nutrition.

« VII. Les résultats que nous avons obtenus justifient parfaitement l'attente pleine de confiance dans laquelle nous étions et que nous avions exprimée, en nous fondant sur les observations de M. Alphonse Milne-Edwards sur le câble de la Méditerranée, et sur les résultats des recherches faites avec la drague par M. Sars jeune, que l'exploration systématique du fond de l'Océan, à des profondeurs bien plus grandes que celles que l'on rencontre ordinairement près des terres, mettrait au jour bien des formes de la vie animale, ou tout à fait nouvelles pour la science, ou que l'on avait supposées jusqu'ici limitées à des localités particulières, ou que l'on connaissait seulement comme appartenant à une époque géologique considérée comme terminée.

« VIII. Nos recherches ont établi définitivement l'existence d'un minimum de température au moins aussi bas que 0° C. sur une sur-

face d'étendue considérable, où la profondeur était de 914 mètres et au-dessus; quoique la température de la surface s'éloignât peu de 11° C., et que dans cette région et dans les espaces environnants à la même profondeur la température minimum ne fût que de quelques degrés au-dessous de celle de la surface. La théorie des courants relativement aux températures des mers profondes peut être considérée comme étant celle qu'a exposée sir J. Herschel (*Physical Geography*, 1861, p. 45) en ces termes : « Dans les eaux très-profondes on trouve sur tout le globe une température uniforme de 4° C., et au-dessus du niveau où l'on rencontre d'abord cette température. l'Océan peut être considéré comme étant partagé en trois grandes régions ou zones, une équatoriale et deux polaires. Dans la première, l'eau est plus chaude à la surface, et dans les deux autres, elle est plus froide. »

« IX. Une comparaison générale de faunes des différentes localités que nous avons eu l'occasion d'examiner semble appuyer la con-

clusion que la distribution de la vie animale dans les mers en dehors de la zone littorale a une relation plus intime avec la *température* de l'eau qu'avec sa profondeur...

« X. Les résultats de nos sondages confirment pleinement les indications données par les échantillons que des sondages antérieurs déjà signalés avaient retirés du fond de la mer, indications qui prouvent l'existence, sur une grande étendue du fond de l'Atlantique du nord, d'une couche de *vase calcaire*, composée premièrement de *Globigérines* vivantes, secondement des matériaux désagrégés des coquilles de générations antérieures, troisièmement des *coccolithes* du professeur Huxley et des *coccosphères* du docteur Wallich, avec un mélange plus ou moins grand d'autres matières... Parmi les animaux que l'on retire de grandes profondeurs, il s'en trouve qui ont des couleurs brillantes. C'est ce que le docteur Wallich a observé dans les *Ophiocomæ* retirés d'une profondeur de 2303 mètres. Non-seulement les *Astrospecten*, que notre drague a

amenés d'une profondeur de 914 mètres, ont tout d'abord attiré notre attention par leur nuance brillante d'un rouge orangé, mais de petits *Annélides*, qui habitaient l'Éponge siliceuse retirée de la profondeur de 1189 mètres, se distinguaient par la vivacité de leur coloration rouge ou verte.

« XI. Nos recherches ont fait ressortir avec une force remarquable la ressemblance entre le dépôt calcaire et la grande formation de la craie, ressemblance indiquée antérieurement par M. le professeur Bailey, le professeur Huxley et M. le docteur Wallich, mais plus particulièrement par M. Sorby, qui a établi l'identité des *Coccolithes* du professeur Huxley et des *Coccosphères* du docteur Wallich, avec les corps observés dans la craie...

« XII. Nos recherches ont encore prouvé que l'aire sur laquelle se forme le dépôt, est peuplée par une variété de types plus élevés d'animaux marins, dont plusieurs nous reportent de la manière la plus remarquable à la période crétacée...

« XIII. On peut regarder comme une chose démontrée que, de l'absence ou de la rareté de restes organiques dans une roche sédimentaire non métamorphique, on ne peut pas tirer de conséquence solide *sur la profondeur à laquelle cette roche a été déposée...* »

(Extr. du rapport de l'expédition.)

Ces déductions motivées des résultats de la campagne du « Lightning » ont été l'objet de plusieurs controverses. Voici l'opinion de M. O. Terquem, qui a fait de très-consciencieuses études sur les Foraminifères :

« S'il est démontré que les profondeurs des mers recèlent des types qu'on croyait perdus (l'amiral Cécile, parcourant les mers de la Chine, a ramené avec la sonde un *Pleurotomaire* vivant, genre qu'on avait jusqu'alors considéré comme exclusivement fossile), on ne saurait cependant admettre les conclusions de M. Carpenter, sur l'assimilation du dépôt qui se forme dans les mers de l'Europe avec le terrain crétacé. A l'appui de son dire, M. Car-

penter mentionne la présence d'un Foraminifère, les Globigérines et la similitude pétrogénique, le fond de la mer présentant des Coccolithes et ces Coccosphères que M. Sorby a assimilés aux corps observés dans la craie. Mais les Globigérines ne sont pas exclusifs pour la craie, ils n'en sont pas les coquilles caractéristiques; et, d'une part, on trouve les Globigérines vivants sous toutes les latitudes quand le fond de la mer a la température convenable, depuis la baie de Baffin jusqu'aux Antilles; et, d'autre part, on les trouve fossiles dans tous les terrains tertiaires et dans la craie blanche, et, probablement, on constaterait leur présence dans d'autres terrains sous-jacents, puisqu'on les a reconnus dans l'oolithe inférieure. Quant au dépôt calcareux formé de petites sphères, il s'effectue de la même manière que tous les dépôts qui, même à la surface de la terre, sont formés par une substance tenue en suspension dans l'eau. On peut donc dire que le dépôt des mers est analogue à de la craie blanche; mais on ne peut

pas dire, avec Carpenter : « *Cette substance n'est* « *pas seulement un dépôt crétacé, mais bien la* « *continuation du dépôt crétacé ; de sorte qu'on* « *pourrait dire que nous sommes encore dans la* « *période crétacée.* » Assertion fondée sur la présence d'une coquille unique, un Foraminifère ! »

CHAPITRE II.

LES FOSSILES MISCROSCOPIQUES.

La poussière des débris organiques. — Il est reconnu que les animalcules à carapace résistante et les végétaux microscopiques siliceux, que l'on voit actuellement dans l'eau à l'état vivant, ne sont pas, pour le plus grand nombre, spéciaux à l'époque contemporaine ; comme on devait s'y attendre, il en existait déjà dans les temps où la terre était peuplée de gros animaux, différents en partie de ceux qui y vivent aujourd'hui. De même, pour les végétaux, on retrouve que ceux qui existaient avant la période supposée antédiluvienne sont parvenus jusqu'ici tels qu'ils étaient alors. On les découvre dans des formations plus généralement Neptuniennes que Plutoniques.

Dans quelques terrains dispersés à la surface du globe, le microscope révèle la présence

d'une énorme quantité de dépouilles d'organismes extrêmement petits en général. Ils sont noyés dans une masse compacte de sable pulvérulent en bancs épais ; leur conservation séculaire provient de leur nature même ; étant résistantes de différentes manières, elles n'ont pas été attaquées par les causes détériorantes de la terre. Les Foraminifères, les Polycystines, dont le test coquiller est fortement calcaire, et les Diatomées, dont la substance végétale reste siliceuse, sont retrouvés encore bien conservés, après des siècles passés dans la terre ou sous les eaux. Les animaux de grande taille ont été ensevelis, les bouleversements du sol ont détruit leurs ossements ; c'est à peine si quelques débris sont parvenus jusqu'à nous pour porter témoignage de leur présence à une époque reculée que nous ne pouvons déterminer ; les plus grandes forêts n'ont laissé d'autre preuve de leur végétation luxuriante antédiluvienne, que les masses de charbon devenues aujourd'hui le pain de l'industrie ; l'homme fossile a laissé moins d'importance de son pas-

sage que les animaux, lui, le roi de la création par son intelligence, lui à qui a été donnée la faculté de pénétrer les secrets de la nature. Les organisations supérieures ne nous sont connues que par quelques fragments d'ossements, tandis que de petits organismes aquatiques délicats ont, à cause de leur solidité, traversé toutes les perturbations physiques et terrestres. Leur présence dans des alluvions maintenant très-élevées au-dessus du niveau de la mer et des bassins des fleuves, est une preuve irréfutable de la formation Neptunienne de ces terrains. Comment sont-ils maintenant plus élevés? D'une part ou de l'autre, il y a eu soulèvement ou abaissement ; le manque de points de comparaison laisse dans l'incertitude. Selon certaines hypothèses, l'inspection de ces stratifications ferait remonter leur existence bien avant le déluge. Mais, dans d'autres circonstances, elles seraient controversées par les Écritures et la supputation admise sur l'âge du monde.

On a découvert, dans beaucoup de localités,

une poussière impalpable, où chaque molécule, dans une incalculable antiquité, fut imprimée de la puissance de la vie; leur agglomération sur le fond des eaux, pendant des siècles, s'accroît en hauteur en même temps que les apports de l'eau. A quelle époque doit avoir commencé la chute de ces sujets microscopiques, pour qu'ils soient arrivés à constituer des couches entières? Malgré toute l'énergie de leur vitalité, il n'en a pas moins fallu un espace de temps considérable, pour accumuler sur plusieurs mètres de hauteur des Diatomées et d'autres organismes pulvérulents, qui n'ont que quelques centièmes de millimètre.

Les coquillers microscopiques, par décomposition de leur test, finissent par s'anéantir, ou plutôt se métamorphoser en calcaires, dans lesquels on n'en revoit que des fragments. Les Diatomées, au contraire, subsistent toujours telles qu'elles ont crû ; elles ne font corps avec aucun sédiment, et elles se conservent parfaitement dans les vases et limons où elles tombent après leur existence. A cause de l'é-

norme quantité qui se trouve dans toutes les eaux du globe, il n'est pas étonnant d'y découvrir des gisements considérables. Au Loch Boa (Écosse), dont le lit, d'après le professeur Grégory, appartient à la période antédiluvienne, on a découvert 130 espèces de Dia-

Fig. 59. — Terre fossile de l'île de Mull (Écosse).

tomées fossiles, dont 20 seulement sont des espèces disparues. La ville de Richmond (Virginie) est bâtie sur un dépôt pulvérulent rempli de Diatomées variées, qui a en moyenne de 4 à 6 mètres d'épaisseur. Dans l'île de Mull (Écosse), le duc d'Argyll a découvert un ter-

rain crayeux contenant des Diatomées, dont la majeure partie appartient au genre des Navicules, qui croissent encore actuellement dans les eaux environnantes. A Oran (Algérie), on a trouvé dans une terre légère des Diatomées, parmi lesquelles les Coscinodiscus abondaient ; elles y étaient accompagnées de spicules d'Éponges très-bien conservées. Ehrenberg cite le fait de la découverte de Diatomées dans les cendres du mont Érèbe, au pôle austral ; ceci laisserait supposer une existence de communication sous-marine avec ce volcan.

Une montagne de Foraminifères. — On place les Foraminifères dans les Polypiers, puisqu'ils ont la liberté d'action, et la spontanéité sans motilité apparente. Ils ont une cavité digestive, des écailles souvent à couches successives et une grande régularité dans leur enveloppe testacée. Ce fut Linné qui les observa le premier ; il cite le *Nautilus Pompilius*, et compte seulement douze espèces. Ce début de l'illustre botaniste suédois fut continué en 1845 par d'Or-

bigny, qui les range parmi les Céphalopodes; ce ne sont pas, suivant lui, des créatures agrégées, ce qui leur vaudrait une place intermédiaire entre les Polypifères et les Échinodermes.

Fig. 60. — Polycystines de la terre fossile de Bissex-Hill (aux Barbades).

Ce célèbre classificateur de Foraminifères rapporte en avoir trouvé 480,000 dans 3 grammes de sable des mers des Antilles. Plancus en avait compté 6000 dans 1 once de sable de l'Adriatique. Ils ont été étudiés par Terquem,

Schultze, Reuss, Williamson, Carpenter, Huxley etc.

Les Polycystines, qui tiennent beaucoup des Foraminifères, se rapprochant pourtant du coquillage, ont été découvertes en gisements considérables de plusieurs mètres de hauteur aux Barbades (Bissex-Hill). En aucun endroit on n'a vu pareille abondance à celles des différentes stratifications de ce terrain pulvérulent, où elles semblent appartenir à la deuxième période de formation tertiaire. Certaines couches de la montagne qui les renferme sont totalement stériles, tandis que, dans d'autres, elles sont tassées en rangs très-serrés ; ceci impliquerait une idée de dépôts alternés d'alluvions, qui auraient retardé la multiplication des Polycystines, car leur nature change selon les zones de dépôt. Leur existence dans un terrain élevé au-dessus du niveau de la mer ne peut s'expliquer que par un phénomène volcanique, car ces convulsions ont de fréquents exemples dans ces parages et sur les côtes de l'Amérique centrale.

La terre de Bissex est toute une conchyliologie microscopique à part; elle renferme à elle seule une grande quantité d'espèces différentes; on en évalue le nombre à 300, dont la plus grande partie ont été reconstituées. La carapace est, comme un coquillage, perforée de cavités symétriques, élégamment disposées, que l'on a supposé avoir contenu une matière intérieure vivante parasite, cas fréquent dans plusieurs animaux à coquilles; leur restauration a aussi dénoté la présence d'appendices ciliaires abondants.

Certaines espèces de Foraminifères remontent à une époque très-reculée. Dans les terrains tertiaires et siluriens, dans les roches qui composent les montagnes de la Suisse, on découvre une innombrable quantité de ces Discoïdes à perforations intérieures, dont le diamètre varie depuis la taille microscopique, jusqu'à la largeur d'une pièce de deux francs. Parmi ceux qui se retrouvent journellement, les Nummulithes occupent le premier rang; elles ont contribué à l'édification du grand

massif calcaire des contre-forts des Alpes et de l'Himalaya. Elles sont reconnaissables, mais une grande partie a été déformée et réduite en poussière par la compression. On en voit dans plusieurs calcaires employés comme pierre de construction : celles qui ont servi à bâtir les Pyramides de Gizeh (Égypte) en renferment une multitude ; leur ressemblance avec les pièces de monnaie les a fait surnommer par les indigènes : *monnaie de Pharaon*. Ehrenberg a découvert des Foraminifères dans les laves volcaniques du Mexique, dans les dépôts d'alluvion du fleuve des Amazones, dans l'opale de Kaschau, même dans du porphyre. Il est à remarquer que beaucoup des espèces retrouvées subsistent encore aujourd'hui.

Ce que contient le tripoli. — On connaît les propriétés de cette poudre brunâtre dont on fait usage pour polir les métaux ; on ne sait pas communément qu'il doit cette faculté à des particules sablonneuses très-fines et très-dures, qui aplanissent les aspérités des corps durs,

on ne soupçonne pas non plus quelles sont ces particules. En examinant le tripoli de Bilin en Bohème et du Menat (Puy-de-Dôme), on a vu qu'il n'est composé que de débris de fossiles microscopiques siliceux ; ces débris fracturés présentent des angles aigus, donnant des arêtes très-propres par leur dureté au polissage des métaux.

Les espèces de Diatomées qui existent dans le tripoli de Bilin à l'état fossile sont, pour la plus grande partie, des Navicules, très-communes encore dans les cours d'eau d'Europe. Toutes, malgré leur long ensevelissement, ont conservé leurs stries très-régulièrement. Ces débris sont agglomérés entre eux par la cohésion naturelle résultante du dépôt terreux, où elles gisaient à l'époque de leur formation ; il était

Fig. 61. — Tripoli fossile de Menat (Puy-de-Dôme).

boueux, et devait naturellement être le lit de quelque rivière ou de quelque lac, puisque les Diatomées sont des Algues. Cependant la quantité de terre mélangée avec elles est relativement faible, en comparaison des autres dépôts hydrologiques.

Dans la partie supérieure de cette couche, l'agglomération est le résultat d'un ciment diaphane, formant une sorte de silex employé comme pierre à feu, connu sous le nom de *demi-opale*. Le microscope dénote dans les éclats de cette pierre d'autres fossiles diversement groupés, produisant parfois des dispositions singulières. On découvre aussi dans le tripoli, outre cette multitude de Navicules, des Gaillonelles, espèce de Diatomée peu commune maintenant, mais retrouvée dans une infinité de dépôts limoneux. On l'a même vue dans un certain minérai de fer, qui a reçu le nom de *minerai limoneux*.

La couche de Bilin, qui s'étend sur un espace considérable, a en moyenne 4 mètres d'épaisseur. Or on estime que chaque pouce

cube de tripoli renferme quarante millions de Diatomées! Les plus grandes ont à peine un millimètre de longueur, et la masse est tellement compacte par place, qu'on y découvre difficilement le ciment terreux qui agglutine le conglomérat.

Farine fossile. — Les Lapons, dans les grandes famines, desquelles ils souffrent fréquemment, n'ayant plus de farine de céréales et d'écorces, qui leur sert communément pour faire leur espèce de pain, y mêlent une substance minérale que, dans leur naïve croyance, ils regardent comme un don du Grand-Esprit des forêts. Ils l'appellent *Bergmehl*, qui signifie *farine de montagne*. A. de Humboldt, qui avait été témoin de son usage alimentaire en 1837, s'exprimait ainsi : « On a mangé de ce pain dans la petite commune de Degerford en 1833, sur les frontières de Laponie, mais je ne dis pas pour cela qu'on s'en soit nourri. »

Berzelius analysa et décrivit cette farine, où il constata la présence de fossiles microscopi-

ques ayant une grande ressemblance avec ceux de la couche de tripoli de Bilin. Elle consistait principalement en débris de Diatomées et de Foraminifères, qui s'étaient conservés là, de-

Fig. 62. — Terre fossile de l'île Mors (Jutland). Diatomées, Foraminifères, spicules d'éponges, etc.

puis des siècles, en accumulation énorme. Mais cette prétendue farine n'était réellement qu'un

umas de ces organismes mélangés à une matière pulvérulente blanchâtre, qui ne lui en donnait que l'apparence, sans en avoir les propriétés nutritives. L'estomac solide des Laons se trouvait momentanément satisfait, ou mieux engourdi, sans qu'il puisse y trouver aucun principe végétal.

D'après la comparaison des divers sédiments de fossiles et particulièrement de ceux qui contiennent les Diatomées, on remarque que chaque gisement possède une espèce unitaire dominante; quoique divisée en plusieurs genres, il n'y a pas moins pour cela conservation d'un type primitif. Ainsi, dans la farine fossile et le dépôt de Bilin, les navicules sont dominantes, tandis que, dans un gisement considérable à Nottingham (Maryland), on ne voit que des Diatomées Discoïdes, telles que des Coscinodiscus. On peut ainsi, d'après ces fossiles rencontrés, savoir si le sédiment est le résultat de l'eau salée ou de l'eau douce; de là on peut tirer des conséquences géognostiques.

Le monde microscopique du guano. — Le guano ou huano est un produit fertilisant d'introduction récente en Europe (1840); l'importation toujours croissante en livre à l'agriculture une telle quantité, que l'on peut estimer à plus de mille le nombre des navires qui sont annuellement employés à son importation. Il doit sa propriété fécondante très-active aux phosphates terreux et alcalins, et particulièrement au phosphate de chaux et aux sels ammoniacaux.

Sa formation est due aux déjections d'oiseaux; il existe dans ces endroits de telles quantités de *guanes*, qu'ils obscurcissent littéralement de soleil par leurs bandes épaisses. Les couches de matières se sont conservées intactes pendant des siècles, par la sécheresse exceptionnelle du climat, dont l'atmosphère est toujours d'une constante pureté. Il se passe depuis un temps immémorial dans ces régions plusieurs années sans pluie, et elle y est considérée comme un événement tout à fait exceptionnel.

Les principaux gisements de guano sont situés dans l'océan Pacifique, sur la côte du Pérou. On l'exploite dans les îles Chincha, Baker, Jerwis, Howland, Patos, Galopagos etc.

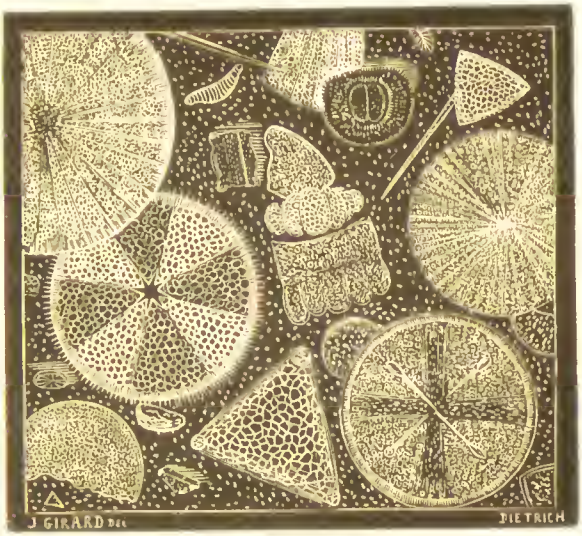


Fig. 63. — Diatomées du guano.

Une partie est la propriété du gouvernement péruvien, qui se procure un revenu considérable avec les droits qu'il fait payer pour l'exploitation.

Examiné microscopiquement, le guano con-

tient tout un monde de débris organiques, parmi lesquels il existe des Diatomées innombrables. Un patient micrographe, le docteur Greville, y a découvert plus de deux cents espèces, dont la plupart sont remarquables par leur beauté et leur régularité de constitution, mais qui n'existaient qu'en petit nombre. On les rencontre mélangées aux matières amorphes et pulvérulentes; la plupart sont brisées, mais il y en a encore, si on les choisit, un assez grand nombre d'entières pour laisser juger de leur beauté. Elles varient suivant les différences de provenance. Certains guanos sont plus riches les uns que les autres; beaucoup n'en contiennent pas. Ainsi le guano d'Ichaboë, sur la côte occidentale d'Afrique, est un des plus riches; celui de Californie, situé à ses antipodes, l'est également. Les provenances du Pacifique diffèrent de celles de l'Atlantique, et cependant elles ont entre elles une certaine analogie. On rencontre aussi, dans les mers qui baignent les côtes d'Europe, des espèces de Diatomées, semblables à celles des

dépôts de guano situés dans l'autre hémisphère. La mer a été ainsi le mode de transport des germes propagateurs de ces Algues infiniment petites, par les courants généraux et particuliers.

Leur présence dans des dépôts pulvérulents qui ne doivent leur conservation qu'à la sécheresse est, de prime abord, contradictoire avec leur nature essentiellement aquatique. Comment ont-elles été transportées dans le guano? Ici on ne peut invoquer la supposition d'une perturbation terrestre, car les matières ammoniacales et terreuses qui entrent dans la composition du guano, n'ont jamais été submergées. On ne peut émettre que deux opinions. Premièrement, les bandes d'oiseaux marins qui habitent ces parages se sont probablement nourris des Algues d'alentour ou de celles que la mer a jetées sur la grève; après la digestion, leurs déjections auraient déposé les Diatomées, qui, à cause de leur nature complétement siliceuse et inattaquable par les acides, n'ont pu être aucunement élaborés, comme

l'a été la matière cellulaire des Algues, sur lesquelles elles vivent en parasites. Leur conservation jusqu'à nos jours, dans des matières fortement ammoniacales, est due au même fait. Secondement, on peut aussi supposer que les guanes les ont apportées avec les Algues ayant servi à l'édification de leur nids; les Algues auraient subi la décomposition inévitable de l'ammoniaque et des phosphates; seules les Diatomées seraient restées intactes. On ignore à quelle époque remontent ces dépôts de matières fertilisantes, dont la hauteur dépasse une vingtaine de mètres. D'après les calculs et les supputations hypothétiques, ils seraient contemporains de la période préhistorique.

Un morceau de craie. — Une partie de l'histoire du monde est écrite dans la craie. A elle seule, elle renferme des documents fossiles considérables plus que toute autre espèce de terrain; elle est un élément dominant dans la constitution de la croûte terrestre. Une partie

de l'Angleterre, les départements du nord de la France, qui sont la continuation du même bassin géologique, le Danemark, le nord de l'Afrique, la Crimée ont leur sol crayeux. C'est, de tous les dépôts, le plus important, par son énorme abondance et la hauteur de ses stratifications, comme par les innombrables espèces de végétaux et d'animaux microscopiques qu'il recèle. On y découvre des Foraminifères, des Polycystines, des Mollusques, des Polyzoaires, des Spongiaires, des Zoophytes; la plupart de ces organismes sont très-bien conservés par la nature même de la craie ; on a trouvé des éponges presque intactes, des poissons dont les écailles pouvaient encore être discernées.

Chaque stratification possède des animaux et des végétaux fossiles qui sont particuliers à l'époque de sa formation. La craie de Meudon (Seine) n'est pas la même que celle de Gravesend (Angleterre) sur les bords de la Tamise. Ces deux natures examinées par plusieurs micrographes diffèrent essentiellement l'une de

l'autre. Dans la première, des Globigérinées dominent avec des Coccolithes; dans la seconde, ce sont des Textularia, Rotalia, Planularia et des Navicules. L'agglomération de ces espèces de fossiles microscopiques a joué un grand rôle dans la formation de la croûte terrestre; elles ont puissamment contribué au développement de la craie. Les Nummulithes existent non-seulement dans les roches, mais aussi dans une craie spéciale qui a reçu le nom de *craie nummulithique;* c'est ainsi qu'est constituée une bande de deux cents lieues de long, commençant sur les rivages de l'Atlantique de l'Europe, pour se terminer en Afrique.

Qu'est-ce que la craie? Outre ces dépouilles organiques, que contient-elle? Nous savons que si l'on brûle un morceau de craie, on obtient de la chaux vive; elle est chimiquement composée de gaz acide carbonique et de chaux; porté à une haute température, le gaz acide carbonique se dégage, et la chaux reste. Organiquement elle ressemble tout simplement à une sorte de pierre à grain informe; mais

si l'on en frotte un fragment avec une brosse fine dans l'eau et que l'on recueille le dépôt vaseux qui en résulte, on y découvre les dépouilles organiques ci-dessus énoncées. Cette substance de conglomération est cependant laminée, elle présente une certaine analogie avec les tranches minces des dépôts qui recouvrent les parois métalliques d'une bouilloire; les petits granules sont déposés par couches; ils sont les parties constituantes de ce conglomérat de carbonate de chaux; on pourrait, en voyant ce qui se passe dans un vase, considérer la craie comme une sorte de dépôt gigantesque fait sur l'écorce terrestre au moment où elle était encore chaude.

Les corps calcaires les plus communs que l'on voit dans la craie de différentes provenances sont les Globigérinées; ces squelettes, composés de plusieurs cellules communiquant les unes avec les autres, existaient en quantités littéralement plus considérables que les grains de sable de la mer. Ainsi que nous l'avons vu précédemment, les sondages exé-

cutés à de grandes profondeurs ont affirmé l'assertion que le fond de la mer, dans quelques endroits, était jonché de ces mêmes créatures que nous retrouvons dans la craie, gisant maintenant à plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau des mers. La vie sous-marine a été confirmée par la rencontre d'Étoiles de mer, sur les écueils du Grœnland, en 1860, par le capitaine Mac'Clintock.

Toutes les espèces de craies ne laissent pas apercevoir d'animalcules fossiles; on serait dans l'erreur de croire qu'il n'y a qu'à choisir le premier morceau de craie venu pour qu'immédiatement on y découvre quelque chose. Le plus souvent on ne voit que des matières amorphes, nullement intéressantes; pour savoir trouver des squelettes fossiles, il faut prendre, dans toute la hauteur du banc, par parties multipliées, à chaque étage de sédimentation apparente, des échantillons très-nombreux et faire cette étude avec une grande persévérance; malheureusement elle n'est pas toujours récompensée; nous en avons acquis

la preuve dans l'étude des craies de la vallée de la Bresle.

Chaque contrée possède des fossiles microscopiques propres ; ainsi dans la craie de Tos-

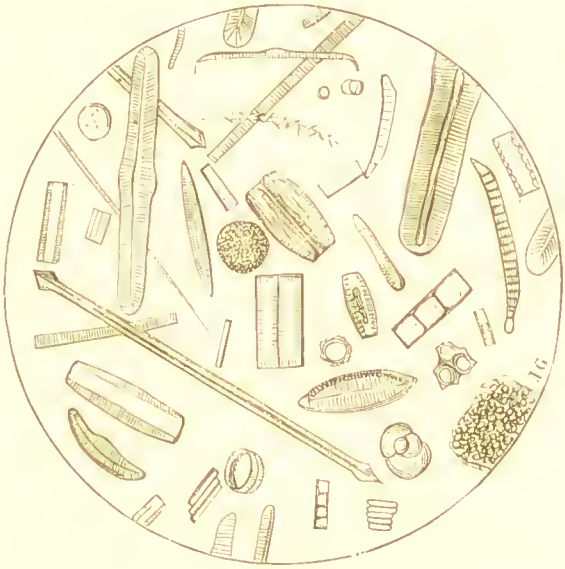


Fig. 64. — Craie de Santa-Fiora (Toscane).

cane, à Santa-Fiora (voyez Fig. 64), on ne voit que des Diatomées ; on tenterait vainement à en trouver de semblables dans les couches énormes sous-jacentes des départements du

Nord de la France. Il semble qu'elles ne sont le résultat que de dépôts locaux, lacustres ou marins, restés après le retrait général des eaux.

Il a fallu un temps extraordinairement long pour former avec de si petits matériaux des bancs de plus de cent mètres de hauteur, comme les falaises du Pas-de-Calais. Il est indubitable qu'ils ont vécu au fond de la mer, qu'ils sont morts, et qu'après ils ont été envelis sur l'espace qu'ils occupent aujourd'hui. La compression, l'action du temps et des eaux n'a permis d'en faire parvenir jusqu'à nous que des fragments. On peut supposer que les dépôts se sont faits lentement, à des époques qui paraissant différentes par la composition des couches; la chaleur centrale peut ainsi avoir été pour quelque chose dans la formation. On a vu des animaux marins dont le squelette crétacé est resté assez longtemps à découvert pour perdre tous ses organes extérieurs par la putréfaction; on a reconnu ensuite que d'autres animaux et végétaux étaient

venus à leur tour s'attacher en parasites sur son squelette mis à nu, et qu'ils sont morts avant que la boue calcaire ait enseveli le tout. C'est ainsi un empilement constant de toutes les générations animales et végétales qui se sont succédé.

CHAPITRE III.

LA VIE MINÉRALE.

Le microscope appliqué à l'étude de la géologie. — Le microscope vient en aide à la paléontologie pour l'histoire de la terre : il découvre des sujets dont on ne soupçonnait pas l'existence, il révèle les traces les plus délicates et est très-utile pour l'étude des roches, qui renferment des débris d'infiniment petits. Il est nécessaire d'avoir une certaine habileté pour se servir du microscope en géologie; il faut prendre des fragments de substances dures, les scier en lamelles fines, que l'on colle avec du baume de Canada provisoirement sur un corps servant de manche pour le tenir; on les use ensuite à l'émeri sur une pierre très-fine, jusqu'à ce qu'ils soient polis et réduits à la plus faible épaisseur possible; ce rodage doit se faire dans l'eau pour que la chaleur du frot-

tement ne descelle pas le baume; on se sert d'un disque horizontal tournant, saupoudré constamment d'émeri. Quand la lame est assez amincie et que la transparence est devenue suffisante, on la recolle sur un porte-objet ordinaire avec du baume de Canada; elle est ainsi très-solide et durable.

Tous les calcaires n'offrent pas une résistance nécessaire pour ce travail; ils ne peuvent d'ailleurs avoir une transparence permettant de se servir de la lumière réfléchie. Dans ce cas, on se contente de coller sur le porte-objet des fragments avec du bitume de Judée, destinés à être examinés avec un objectif faible, et avec la lumière condensée dessus par une lentille.

Pour examiner les lignites, la tourbe, le charbon de terre par transparence, on fait macérer des fragments choisis, dans l'acide nitrique ou dans le carbonte de potasse pendant plusieurs jours, après lesquels on découpe des tranches minces avec un instrument spécial à faire les coupes, alors on peut les coller sans

râclage préalable sur le porte-objet avec du baume de Canada. Dans certaines circonstances, il y a beaucoup d'avantage à les mettre dans une cellule remplie de liquide destiné à leur donner plus de translucidité.

On verra ainsi que les lignites sont composées de fragments de bois qui semblent appartenir en grande partie à des Conifères; beaucoup se rapprochent du groupe des Araucariées; certains observateurs prétendent même pouvoir distinguer dans les stratifications que la période secondaire des Dicotylédonées domine. Le tissu cellulaire s'est assez bien conservé pour pouvoir être nettement discerné.

Les coupes de marbre, de minéraux translucides, comme l'agate, l'onyx, sont très-bien appropriées à l'examen microscopique. On y trouve des veines de différentes couleurs dont les tons chatoyants sont tantôt translucides, tantôt opaques. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est le phénomène de l'arborescence : on voit dans l'intérieur de la pâte des représentations d'arbres, d'herbes, ou des agglomé-

rations mousseuses. Ces phénomènes sont produits par différents métaux à l'état d'oxyde, tels que le fer ou le manganèse, qui, dissous dans un fluide, ont pénétré lentement l'agate à l'époque de sa formation. Elle a pour base le silice ; c'est une variété de quartz. La plu-

Fig. 65. — Coupe d'agate avec arborescences.

part des gemmes ont été engendrés, comme les minérais métalliques, dans l'eau et les vapeurs chaudes ; des cristallisations se sont produites, et se sont séparées de la boue environnante.

Les rubis, les saphirs, les diamants con-

tiennent des cavités fluides susceptibles de dilatation. Les unes sont très-petites ; les autres atteignent de fortes dimensions ; Brewster en a rencontré qui n'avaient pas moins d'un tiers de pouce de long ; il a pu observer un liquide se dilatant et remplissant la totalité de la cavité. Ces phénomènes, étudiés récemment par M. Sorby et M. Butler, ont donné lieu à la considération de principes généraux, sur la structure de certains minéraux considérés comme de simples objets microscopiques, sur les caractères physiques des cavités à fluide, comme jetant de la lumière sur l'origine des minéraux, sur l'influence de quelques cristaux renfermés dans ces cavités, par rapport à la structure du minéral environnant.

La cristallisation. — La cristallisation est une sorte d'élément constituant la vie minérale. La géologie en fait usage pour établir les formes géométriques auxquelles se rapportent les types des minéraux ; le système cristallin est leur ensemble, il peut se déduire d'un

même type par des facettes additionnelles ou des facettes de modification. Beaucoup de cristaux ont de grandes dimensions facilement discernables à l'œil nu, tandis qu'il faut recourir au microscope pour voir les autres. Le géologue y trouve un aide puissant dans ses recherches sur les substances, qui par leur propriété de cristallisation, révèlent leur présence cachée. Il sert aussi à découvrir, dans les eaux des montagnes, si elles sont chargées de sels accusateurs des gisements de minéraux; certaines eaux sont naturellement assez imprégnées de sels minéraux, qu'après évaporation on distingue nettement les cristaux. Au pied du Snowdon, la plus haute montagne du pays de Galles, il existe un lac (Copper lac) tellement sature d'oxyde de cuivre, qu'il est verdâtre comme cet oxyde lui-même. Une goutte laissée éva-

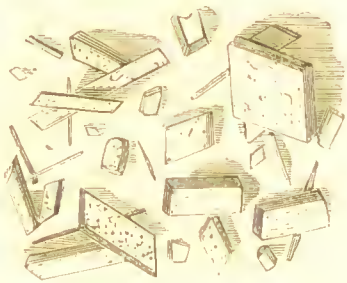


Fig. 66. — Cristaux de sulfate de cuivre.

porée sur une lamelle de verre donne ces mêmes cristaux.

La cristallisation fournit pour le microscope des sels qui, par leur combinaison avec la lumière polarisée, produisent des effets magiques de coloration. Tels sont : le cyanure de magnésium, le sulfate de thallium, le sulfate de cuivre, le chlorate de potasse, la salicine, l'asparagine, l'acide tartrique, l'acide pyrogallique etc. Beaucoup de substances minces végétales et minérales ont aussi la propriété de polariser la lumière. Les lames de gypse planes, détachées dans le sens du clivage, produisent, sous la lumière polarisée, une teinte monochrôme verte ou rose qui, combinée avec certains polariscopes, donne un fond très-riche en couleurs. Le mica constitue aussi un moyen auxiliaire de coloration dans les expériences de polarisation microscopique. L'appareil se compose de deux objets distincts : l'analyseur et le polariseur. Le polariseur est un petit prisme de Nicol, qui s'ajuste entre le miroir et l'objet ; l'analyseur est un autre

prisme bi-réfringent en spath d'Islande, qui se place généralement au-dessus de l'oculaire, de manière à être mobile pour qu'il puisse occuper relativement au polariseur une position déterminée. Un diaphragme très-petit élimine une des deux images formées, pour n'en laisser apercevoir à l'œil qu'une seule. Si l'on place les plans de polarisation perpendiculairement l'un à l'autre, en tournant l'analyseur de 90°, on arrive à obscurcir le champ visuel, et les corps qui réfractent doublement la lumière apparaissent ou éclairés ou colorés. On fait tourner l'analyseur sur l'oculaire ou, si l'instrument est installé à platine rotative, on se sert de ce moyen également bon.

Fig. 67. — Cristaux de *chlorure de s - dium* (sel marin) vus à la lumière polarisée.

La combinaison minérale. — L'activité est toujours renaissante dans les forces de la nature, elle doit être considérée comme inexhaustible dans la vie; ses efforts tendent toujours à rendre l'équilibre à un incessant dérangement; ils sont un mélange de forces mécaniques et physiques, occasionnant des métamorphoses. La philosophie pythagoricienne les envisageait dans les formes de la vie comme dans la masse de la matière morte, en établissant cet axiome: *Nihil est toto quod perstet in orbe.*

Les eaux des mers, le feu central de la terre sont les principaux agents qui, dans des circonstances opposées, contribuent le plus à apporter des modifications à l'équilibre terrestre. L'homme ne fait que transformer légèrement la surface du globe qu'il habite; lui et les grands animaux, par le peu de trace de leur passage qu'ils laissent, ne sont que peu de chose en comparaison de la vie minérale.

Les corps se combinent chimiquement avec ceux pour lesquels ils ont une affinité; cette

combinaison s'opérerait par la communication d'un mouvement aux atomes des corps mis en contact les uns avec les autres, car tout corps tend à produire dans un autre un état semblable au sien. Boscovich émettait l'hypothèse qu'il n'existe aucun point de la matière qui soit parfaitement en repos : *Nullum est materies punctum quod perfecte quiescat.*

Dans les eaux, les Madrépores concourent puissamment à la construction des îles et des roches ; sur terre, on n'a pas d'exemples de minéraux vivants analogues aux îles madréporiques. Les naturalistes n'admettent pas le principe de la végétation pour les pierres, mais il n'en résulte pas moins que la formation d'un minéral quelconque soit entièrement abandonnée au hasard, qu'il n'y ait ni règle ni loi dans la constitution de ses diverses parties. Rien dans la nature ne vient au hasard ; tout est dérivé d'un principe déterminant fixe. La régularité des cristaux, des minéraux, et la symétrie de leurs faces planes autour de leurs axes, sont une preuve que rien n'est fortuit,

pas plus que dans les végétaux et les animaux, et qu'on pourrait, à la rigueur, les considérer comme des corps organisés. L'exemple des différences des cristallisations artificielles avec les cristallisations naturelles des minéraux, est un fait à l'appui.

Les remarques de certains observateurs sur les roches, ont confirmé une croissance de la pierre par adjonction de la matière à l'intérieur. Tournefort, dans sa visite au mont Ida (1717), regarda la croissance de calus sur des bas-reliefs creusés dans le rocher, comme formés par le suc nourricier de la pierre, extravasé peu à peu dans les endroits creusés en gravant, de même qu'il se forme des calus aux extrémités des os cassés.

Felix qui potest rerum cognoscere causas.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 1

PREMIÈRE PARTIE. — LA VIE ANIMALE DANS L'EAU

CHAP. Ier. COMMENT ON OBSERVE CE QUI EST DANS L'EAU.

Le microscope et ses révélations. — Conseils pratiques. — Récolte des infusoires 3

CHAP. II. COUP D'ŒIL SUR LES ANIMALCULES DE L'EAU.

La pluralité des mondes. — La goutte d'eau stagnante. — Les infusoires. — Mouvements des infusoires 30

CHAP. III. LE DÉVELOPPEMENT DES INFUSOIRES.

Les connaissances sur leur génération. — Infusoires végétales. — Les résultats des développements des infusoires 54

CHAP. IV. L'IMMENSITÉ DE LA VIE ÉLÉMENTAIRE.

Énergie de la vie microscopique. — Les différences d'organisation. — Les infusoires à la surface de la mer. — La vie microscopique au fond des mers. 74

CHAP. V. L'ANIMALITÉ INDÉFINIE.

Les animaux-plantes. — Ce que c'est que l'Éponge. — Les constructions animales 97

DEUXIÈME PARTIE. — Les végétaux microscopiques.

Chap. Ier. Ou commence la vie végétale? Pages.

L'enchaînement dans le monde microscopique. — La motilité végétale. — Les animalcules dans les végétaux aquatiques. — Les trois règnes de la nature dans une plante 121

Chap. II. Etude au bord d'un fossé.

Les mucosités flottantes. — La conjugaison. — Ce qu'on voit sur un brin de roseau. — La multiplication par fragmentation. — Les parasites des Algues marines 136

Chap. III. Petites causes. Grands effets.

Les infiniment grands résultent des infiniment petits. — Coloration des eaux. — La mer Rouge . 168

TROISIÈME PARTIE. — La microgéologie.

Chap. Ier. Le fond de la mer.

Connaissances actuelles sur le lit des mers. — Résultats des sondages. — Hypothèses déduites des sondages. — Observations de dragage dans les mers du Nord. 183

Chap. II. Les fossiles microscopiques.

La poussière des débris organiques. — Une montage de Foraminifères. — Ce que contient le tripoli. — Farine fossile. — Le monde microscopique du guano. — Un morceau de craie 207

Chap. III. La vie minérale.

Le microscope appliqué à l'étude de la géologie. — La cristallisation. — La combinaison minérale. . 234

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

J. ROTHSCHILD, 13, rue des Saints-Pères, Paris.

Le POUR et le CONTRE de la GÉNÉRATION SPONTANÉE

L'ORIGINE DE LA VIE

Par GEORGES PENNETIER

Docteur-Médecin

AVEC UNE BIBLIOGRAPHIE SUR LA GÉNÉRATION SPONTANÉE

ET UNE INTRODUCTION DE

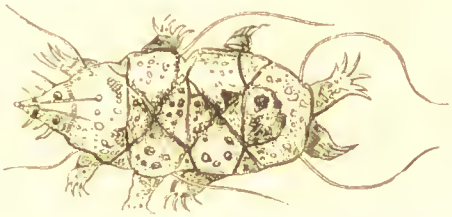
F.-A. POUCHET

DIRECTEUR DU MUSÉE DE ROUEN

Un volume illustré de nombreuses vignettes sur bois

PRIX : 3 FRANCS

L'*Origine de la vie* est le problème que se sont posé tous les peuples, qu'ont essayé de résoudre tous les sages. Cette question, qui domine toute religion, toute philosophie et tout ordre social, est passée de nos jours du domaine des théories pures dans celui de l'expérience. L'ouvrage du docteur



Pennetier, qui est une encyclopédie complète sur **la génération spontanée** au point de vue scientifique, restera — dit le Dr Pouchet, — « un modèle de la force agissant sous l'empire de la raison et de la bonne foi. » Cette œuvre, qui est un remarquable résumé de tout ce qui a été produit sur **la genèse spontanée,** offre le plus grand intérêt aux gens du monde qui ont compris que, de nos jours, de cette question de l'origine de la vie dépendent toutes les autres questions scientifiques, morales, civiles et religieuses.

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 13, Rue des Saints-Pères, Paris.

LES OISEAUX UTILES

ET

LES OISEAUX NUISIBLES

AUX FORÊTS, AUX CHAMPS, AUX JARDINS, AUX VIGNES, ETC.

Utilité, Ravages, Mœurs et Classement populaire

PAR

H. DE LA BLANCHÈRE

Un beau volume in-18 de 400 Pages, avec 110 Gravures sur Bois. Relié : 2 fr. 50.

Aujourd'hui que l'on se préoccupe de la disparition croissante de ces utiles auxiliaires, et des moyens d'y remédier, ce livre est indispensable à tous: Hommes de ville ou de campagne, cultivateurs, forestiers, vignerons, jardiniers, etc.

Pour mieux faire apprécier le contenu de ce joli volume, nous citons le classement populaire que l'auteur a adopté:

Première Partie :

OISEAUX DES BOIS

Chap Ier. — Habitants des grands massifs.
— II. — Habitants des lisières.
— III. — Épluchcurs de troncs.

Deuxième Partie :

OISEAUX DES CHAMPS

Chap. IV. — Habitants des haies et des buissons.
— V. — Hôtes des sillons et des plaines.
— VI. — Chasseurs d'insectes au vol.

Troisième Partie :

OISEAUX DES JARDINS

Chap. VII. — Mangeurs de fruits.
— VIII. — Voleurs de graines.
— IX. — Chercheurs d'insectes.
— X. — Chasseurs de nuit.

Quatrième Partie :

OISEAUX DES RIVIÈRES

Chap. XI. — Oiseaux de marais.
— XII. — Oiseaux des rivages.
— XIII. — Oiseaux des grandes eaux.

Cinquième Partie :

OISEAUX DES VIGNES

Chap. XIV. — Mangeurs de raisins.
— XV. — Mangeurs d'insectes.

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 13, Rue des Saints-Pères, Paris.

DICTIONNAIRE VÉTÉRINAIRE

A L'USAGE DES CULTIVATEURS ET DES GENS DU MONDE

Hygiène — Médecine — Pharmacie — Chirurgie — Multiplication — Perfectionnement des Animaux domestiques

Par L. FELIZET, Vétérinaire.

Avec une Introduction par J.-A. BARRAL.

Un très-fort volume de 500 pages, format in-18.
Prix, relié, 2 fr. 50.

Cet ouvrage est écrit pour les cultivateurs, les sportsmen, les vétérinaires, etc.; il a été rédigé sous forme de dictionnaire pour rendre plus faciles et plus promptes les recherches que nécessitent trop souvent les maladies et les accidents subits chez les animaux domestiques.

Le fermier, grâce à ce traité pratique, trouvera de suite les premiers soins à donner à ses bestiaux et pourra, dans bien des cas, prévenir des affections que le moindre retard rendrait peut-être mortelles.

Ce dictionnaire-manuel est donc d'un usage pratique à tous moments, et chacun pourra y puiser avec confiance les renseignements nécessaires à l'hygiène des animaux domestiques.

PRAIRIES ET PLANTES FOURRAGÈRES

Par ED. VIANNE

Directeur du Journal d'Agriculture progressive.

Magnifique volume in-8°, imprimé avec luxe et orné de 170 Gravures, dont 30 de page entière. — Prix, 8 fr.; en 1/2 reliure chagrin, tranches dorées, prix . . 12 fr.

Il résulte de toutes les enquêtes que la France ne produit même pas suffisamment de Bétail pour sa consommation. Ce fait déplorable et tout à fait anormal est dû à l'état de dépérissement dans lequel se trouvent la plupart des Prairies naturelles et la Culture fourragère en général. Cet ouvrage remplit donc une lacune, et l'auteur en a fait une étude complète, illustrée, qui est non-seulement destinée aux agriculteurs, éleveurs, engraisseurs et aux propriétaires, mais encore aux professeurs, aux instituteurs et à la jeunesse studieuse.

RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX CHAPITRES : *Considérations générales.* — *Tableau analytique de la flore des prés.* — *Description et figures des plantes.* — *Régénération et entretien des prairies.* — Irrigations. — *Création des prairies*, ensemencement, choix des graines, mélanges. — Récolte des prairies, conservation des fourrages, etc., etc.

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 15, Rue des Saints-Pères, Paris.

LE MONDE DES FLEURS

BOTANIQUE PITTORESQUE

Orné de 480 Gravures

Par HENRI LECOQ

Correspondant de l'Institut, Professeur de la Faculté des sciences, etc., etc.

Fort joli volume grand in-8° jésus, imprimé sur très-beau papier avec caractères elzéviriens, orné de 480 Vignettes sur bois et Gravures sur acier, exécutées par les plus habiles artistes français, anglais et allemands.

Prix. . . . . 25 fr.

En demi-reliure chagrin, tranches dorées. Prix . 30 fr.

Si, parmi les nombreuses personnes qui désirent s'initier à la **Science des Fleurs**, il en était quelques-unes qui fussent retenues par la crainte des termes techniques ou par les difficultés de l'étude, nous pouvons les rassurer complétement en leur offrant LE MONDE DES FLEURS.

Toute la botanique y est abordée en style simple et élégant, et l'auteur a montré la plus belle des sciences sous la forme de 26 tableaux qui sont : La cellule. — Les racines. — La verdure. — Les fleurs vivent comme nous. — Les fleurs s'épanouissent. — Le sommeil des fleurs. — Les fruits. — L'hiver. — Le paysage. — La Flore de la terre. — De la sociabilité. — Les voyages des fleurs. — Les forêts. — Les prairies. — Les champs. — Les rochers et leurs guirlandes. — Les fleurs des montagnes et des glaciers. — Les eaux et leurs parterres. — Les fleurs de l'Océan. — La flore antédiluvienne du globe. — De la toilette et de la coquetterie des végétaux.

Les 480 dessins qui ornent cet ouvrage sont exécutés par les premiers artistes français, anglais et allemands; 68 des plus belles vignettes sont tirées hors texte sur papier teinté, et plusieurs gravures sur acier augmentent le luxe de cette **Botanique pittoresque et populaire.**

J. ROTHSCHILD, 13, Rue de s Saints-Pères, Paris.

ZOOLOGIE ET BOTANIQUE FORESTIÈRE ILLUSTRÉE

A L'USAGE DES GENS DU MONDE, DES CHASSEURS,
DES AMATEURS DE BELLES ÉDITIONS,
ET POUR QUICONQUE S'INTÉRESSE AUX MERVEILLES DES FORÊTS

LE MONDE DES BOIS

Plantes et Animaux de nos forêts

PAR FERD. HŒFER

Splendide volume in-8, imprimé sur papier teinté, en caractères elzéviriens, avec 300 vignettes sur bois et 27 magnifiques gravures, de page entière, dessins par Freeman, Raffet, Daubigny, Yan' Dargent, Poteau, Blanchard, Pizetta, Riocreux.

Il y a deux éditions de cet ouvrage :

ÉDITION DE LUXE ENRICHIE DE **27** GRAVURES SUR ACIER : **25** FR.

MÊME OUVRAGE SANS LES GRAVURES SUR ACIER : **15** FR.

Prix de la reliure demi-maroquin, tranche dorée : 5 fr.

Le Monde des Bois est un livre qui cache sous une forme littéraire et pleine d'attraits de précieux enseignements pour les forestiers, les chasseurs, les propriétaires de forêts, les amants de la nature et pour quiconque s'intéresse, petit ou grand, aux merveilles sans nombre qui sont dans nos forêts.

Flore et Faune forestières, résultats du développement de la vie de notre temps et sous nos yeux, comparés à ceux de la vie qui a devancé l'homme sur la terre, tout y est décrit, « depuis le cèdre qui croît sur le mont Liban jusqu'à l'hyssope appendu à la fente des rochers, » depuis le chêne altier jusqu'au brin de mousse, depuis l'urus de l'antiquité jusqu'au chevreuil de nos jours, depuis le sanglier aux défenses redoutables jusqu'à l'imperceptible fourmi.

300 vignettes sur bois et 27 gravures sur acier par nos premiers artistes, une rare perfection d'exécution typographique, font de cet ouvrage un livre d'étude à la campagne aussi élégant à feuilleter sur la table du salon qu'utile dans le cabinet du savant et dans la bibliothèque du forestier et du chasseur.

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 15, Rue des Saints-Pères, Paris.

LES PLANTES

A FEUILLAGE COLORÉ

Nouveau recueil des espèces les plus remarquables

introduites depuis 1867 et servant à la décoration

DES JARDINS, DES SERRES ET DES APPARTEMENTS.

Un volume grand in-8°, illustré de 60 Chromolithographies et de 60 Gravures sur bois. Prix, 30 fr.; relié, 35 fr.

Le premier volume de l'ouvrage sur *les plantes à feuillage coloré*, publié par M. J. Rothschild, a reçu du public l'accueil le plus flatteur. Deux éditions furent rapidement enlevées. Pour rendre son œuvre complète, il y a ajouté aujourd'hui un nouveau recueil, qui contient les nombreuses plantes introduites depuis 1867 dans la Flore ornementale; ce volume forme un *ensemble complet*, et peut être acheté seul, ou comme complément indispensable du tome premier.

Faire aimer les plantes à feuillage coloré, tel est le but que l'éditeur s'était proposé. Mais il a aussi voulu faire un livre utile et pratique; dans ce but, il s'est fait aider de la collaboration des horticulteurs les plus distingués de la France, de la Belgique et de l'Angleterre, dont quelques-uns ont eux-mêmes découvert ces plantes. C'était la meilleure manière de posséder, sur leur histoire, leur culture, les notions les plus exactes, et d'en faire participer le public. Un autre grand mérite, c'est d'avoir su parler des plantes dans un langage accessible à tous, d'avoir dépouillé son livre de tous ces termes techniques et arides qui rendent la plupart des livres analogues inabordables aux amateurs et même aux horticulteurs ordinaires.

Un mot seulement sur les planches coloriées et sur les gravures, qui ne sont pas la partie la moins intéressante de l'ouvrage qu'elles ornent. Elles donnent de chaque plante l'image la plus exacte; elles complètent la description et lui donnent leur vie. Grâce à elles, l'amateur qui ne peut pas posséder une terre jouit déjà d'une nature dont, sans leur secours, il n'aurait qu'une idée imparfaite, et que la description la plus détaillée ne pourrait reproduire avec fidélité à son imagination. De plus, elles doivent guider l'acheteur dans le choix des plus belles espèces, lui permettre de ne jamais se tromper.

(Barral, *Journal d'agriculture.*)

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 13, Rue des Saints-Pères, Paris.

LES PROMENADES DE PARIS

BOIS DE BOULOGNE ET DE VINCENNES

Parcs — Squares — Boulevards

Par A. ALPHAND

Inspecteur général au Corps des Ponts et chaussées, Directeur des travaux de la Ville de Paris.

Ouvrage illustré de Gravures sur acier, de Chromolithographies et de Gravures sur bois. — Dessinées par MM. G. DAVIOUD, architecte en chef; — HOCHEREAU, architecte; — A. DE BAR, — LANCELOT, — CLERGET, — GRANDSIRE, — WEBER, — J. GAILDREAU, — FAGUET, — LAMBOTTE, — FREEMAN, — PIZETTA, etc., etc.

Conditions de la vente : L'ouvrage paraîtra en 75 livraisons environ; le prix de souscription est par livraison de **5** fr.; des exemplaires de luxe, tirés sur papier de Hollande, se vendent au prix de **10** fr. la livraison. — Un franc en sus pour l'envoi *franco* en France, en Belgique et en Suisse. — Le prix de l'ouvrage *complet* sera mis à **500** fr. pour l'Édition ordinaire, et à **1000** fr. pour l'Édition sur Hollande, dès que la publication aura complétement paru (en Septembre 1872).

Cette publication n'est pas seulement une *description illustrée* des Promenades de la ville de Paris et des ouvrages d'architecture qui les décorent; c'est un traité complet, théorique et pratique, de l'*Art des Jardins publics*, branche spéciale et en grande partie nouvelle de l'horticulture d'agrément. Elle a pour but d'initier les PROPRIÉTAIRES de Parcs et Jardins, les INGÉNIEURS, les ENTREPRENEURS, les ARCHITECTES, les FABRICANTS des diverses branches de l'Horticulture, les HORTICULTEURS, et surtout les ADMINISTRATIONS PUBLIQUES des villes, à tous les procédés et à tous les détails d'exécution de la transformation mémorable de la ville de Paris. Elle est un souvenir pour tous ceux qui ont vu Paris dans sa splendeur avant les sièges de 1870 et 1871.

L'ouvrage comprend les types des nouveaux boulevards, les plantations, kiosques, appareils d'éclairage et les fontaines qui les décorent; les égouts, les conduites d'eaux, les instruments d'arrosage et de nettoyage qui servent à leur entretien. Il indique le chiffre exact des frais de premier établissement et d'entretien des boulevards et des jardins publics de la capitale, et le budget complet des bois de Boulogne et de Vincennes, des parcs de Monceaux et des Buttes de Chaumont. Aux plans généraux, très-exacts, des bois et des parcs, sont annexés les détails de la construction des routes, des lacs, des grottes et des ponceaux, suivis des dessins des cafés-restaurants, abris, maisons de gardes, kiosques.

Il contient un chapitre très-détaillé sur les jardins, les petits parcs et les squares, accompagné de plans, de dessins, de profils et de vues à vol d'oiseau; les détails des grilles de clôture, les dessins des grottes, des pavillons, et ceux des sièges, des bancs, des candélabres, etc.

Sous le titre : *Le Fleuriste de la ville de Paris*, un chapitre très-détaillé est consacré à la description d'un grand nombre de plantes, d'arbres et d'arbustes récemment acclimatés qui figurent dans l'ornementation végétale des promenades. Le tout est accompagné de nombreuses vignettes et de gravures en chromolithographie, représentant les plantes les plus remarquables.

Enfin l'introduction sera une Monographie de l'**Art des Jardins**, publiée par M. ALPHAND, l'éminent Ingénieur qui, depuis l'origine, a conçu les plans et dirigé l'exécution des Promenades de la ville de Paris.

J. ROTHSCHILD, Éditeur, 15, Rue des Saints-Pères, Paris.

ORNITHOLOGIE
DU CHASSEUR

HISTOIRE NATURELLE — MŒURS — HABITUDES
CHASSE DES OISEAUX DE PLAINE, DE BOIS ET DE MARAIS

PAR

Le Docteur J.-C. CHENU

Médecin principal d'Armée en retraite.

Splendide Publication grand in-8° jésus

ORNÉE DE 50 CHROMOTYPOGRAPHIES.

Prix : 20 fr. Demi-reliure chagrin, plats toile et tranches dorées, 25 fr. — Édition de luxe, imprimée sur papier de Hollande; Prix, 40 fr.

L'auteur, si connu par ses nombreuses publications sur l'histoire naturelle, a réuni dans ce bel ouvrage tout ce qui peut intéresser sur les Oiseaux de chasse qu'on rencontre dans les plaines, les bois et les marais.

Cette publication de luxe s'adresse non-seulement aux Chasseurs et aux personnes qui étudient l'Histoire naturelle, mais encore aux Amateurs de belles publications. Les Oiseaux dont l'auteur donne une description très-détaillée et une image exacte en couleurs, sont :

Faisan commun. — Perdrix, 4 espèces. — Ganga cata. — Caille. — Tétras, 2 espèces. — Gélinotte. — Lagopède. — Outardes, 2 espèces. — Pluvier doré. — Vanneau, 2 espèces. — Courlis cendré. — Barge, 2 espèces. — Chevalier, 4 espèces. — Bécasses et Bécassines, 5 espèces. — Râles d'eau, 2 espèces. — Poule d'eau. — Foulque. — Oies, 2 espèces. — Canards, 10 espèces. — Sarcelles, 2 espèces. — Macreuses, 2 espèces. — Harles, 2 espèces,

— *en tout 50 Chromotypographies.* —